Österreichische
Nationalbibliothek
211.319-D
Alt-
Nicht ausheben!
Umsignieren auf
MF 6023

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Auszüge

aus den

Beilagen einer Denkſchrift

über eine

in den Jahren 1837 und 1838

in

Deutschland, Frankreich, Belgien, England und Italien

unternommene

wissenschaftliche Reise

von

Hermenegild Francesconi,

k. k. öſterreich. Hofbaurathe.

Mit einem Atlas.

WIEN.

Ludwig Förſter's artiſtiſche Anſtalt.

1840.

211319-D. A.

Digitized by Google

ÖST. NATIONALBIBLIOTHEK

Digitized by Google

Ueber Tunnelbau.

Die ſchwierigen Bedingungen einer zweckmäßigen Eiſenbahntraſſe in einem etwas koupirten Terrain zwingen bisweilen nicht nur zu großen Aufdämmungen und Einſchnitten, ſondern machen, wenn dieſe Einſchnitte ein gewiſſes Maß, z. B. 50 bis 60 Fuß, überſchreiten, auch Durchſchläge unvermeidlich. In felſigem, kompaktem Boden macht dieſe Arbeit in der Regel keine beſonderen Vorkehrungen nothwendig; anders verhält es ſich aber, wenn das Erdreich aus loſem Stein, oder aus Lehm mit Sandſchichten, oder aus bloßem Sande beſteht und vom Waſſer durchdrungen iſt, indem in ſolchen Fällen ein unrichtiges Verfahren nicht nur die Arbeit ungemein verzögern, ſondern auch die Koſten ins Ungeheuere vermehren kann. Dieß könnte z. B. der Fall ſein, wenn, wie bei dem gewöhnlichen Verfahren, der ganze Durchſchlag ausgegraben und verbölzt, und erſt dann das Mauerwerk ausgeführt würde. Das Erdreich übt dann einen großen Druck gegen die Verbölzung und das theilweiſe ausgeführte Mauerwerk aus, und die Stützung muß ungewöhnlich verſtärkt werden; deſſen ungeachtet aber entſtehen dennoch Höhlungen hinter der Verbölzung, welche nicht ſelten Einbrüche nach ſich ziehen, zu deren Ueberwindung nicht nur die Arbeit von Neuem begonnen werden muß, ſondern ungleich ſchwieriger und koſtſpieliger als zuvor wird. Dieſer Umſtand ereignete ſich unter andern ſogar bei ziemlich günſtigem Terrain bei dem erſten Tunnel der London-Birmingham-Bahn, wodurch nicht nur die Arbeit ſehr erſchwert und vertheuert wurde, ſondern auch mehrere Menſchen umkamen. Als der unlängſt vollendete Kanal von Charleroi in Belgien angelegt wurde, fand dieſer Uebelſtand bei einem Tunnel durch einen ſandigen, von Waſſer durchdrungenen Boden häufig Statt, und um demſelben abzuhelfen, ſchritt man zu der Baumethode, welche der Ingenieur Brunel bei dem Themſetunnel angewendet, wodurch freilich die genannten Gefahren vermieden wurden, das Vorwärtsſchieben des Schildes aber ſo langſam vor ſich ging und ſo viel Koſten verurſachte, daß nicht abzuſehen war, wann man damit zu Ende kommen werde. Dieſe Verlegenheit rief eine neue Baumethode ins Leben, welche im Tunnelbau Epoche macht. Sie ſichert nicht nur den Bau, ſelbſt im ſchwierigſten Boden, ſondern erleichtert und beſchleuniget die Arbeit beinahe nach Belieben, ſo zwar, daß ein Tunnel nun keine abſchreckende Arbeit mehr iſt. Dieſe Methode bewährte ſich nicht nur bei dem genannten Kanale, ſondern auch bei dem 500 Klafter langen Tunnel zu Rooſebeck bei Tirlemont, zur Eiſenbahn von Lüttich nach Oſtende gehörend, und wurde bei dem Tunnel der St. Germain-Bahn, dann bei engliſchen Eiſenbahnen, obwohl unter weit günſtigeren Verhältniſſen, angewendet und erprobt.

Die Blätter I und II enthalten eine genaue Darſtellung dieſer Baumethode, ſo wie der Art ihrer Anwendung. Weil man aber über den ſo wichtigen Tunnelbau nicht genug Aufklärung wünſchen kann, ſo ſollen auf den Blättern III bis VI auch die Vorrichtungen bei dem Baue des 1200 Klafter langen Tunnels der London-Birmingham-Bahn bei Kilsby, ſo wie des Themſe-Tunnels dargeſtellt werden. Die Vorrichtungen für den erſteren dienen für den Fall, daß die Arbeit ſehr beſchleunigt werden muß und das Erdreich ziemlich kompakt iſt; die für den Themſe-Tunnel aber in Fällen, wo ein ungeheurer Druck des Waſſers Statt findet, und allerdings die belgiſche Methode nicht wohl anwendbar iſt. In Betreff der belgiſchen Methode muß noch erwähnt werden, daß, je nach der Größe des Tunnels und der Beſchaffenheit des Terrains, mannigfaltige Modifikazionen Statt finden können, wie dieß z. B. auch bei der St. Germain-Bahn geſchah, welche ohne weitläufige Erklärung ſich aus der Beſchreibung von ſelbſt ergeben.

Digitized by Google

Darſtellung und Beſchreibung des periodiſchen Vorganges des 450 Klafter langen Tunnels bei Rooſebeck für die Eiſenbahn von Mecheln nach Tirlemont.

(Hiezu Blatt I.)

Die Figuren von 1 bis inclusive 20, auf dem Blatte I, verſinnlichen den Vorgang bei Herſtellung dieſes Tunnels, welcher für eine einfache Bahn beſtimmt iſt. Er mißt beiläufig 18 Fuß in der Breite und 19 Fuß in der Höhe, der größten Dimenſion nach gemeſſen.

Die Fig. 21 ſtellt den Eingang des Tunnels im vollendeten Zuſtande dar.

Um die Arbeiten bei Ausführung dieſes Tunnels beſchleunigen zu können, wurden dieſelben nicht bloß an ſeinen Endpunkten, wo die Einſchneidungen der Bahn in das Terrain aufhören, begonnen und gegen die Mitte fortgeſetzt, ſondern man grub auch, von der Oberfläche des Terrains aus, vertikale, beiläufig 8 Fuß im Lichten meſſende Schachte, begann dort eben ſo, wie an den Endpunkten des Tunnels, die Arbeiten und ſetzte ſie nach beiden Richtungen fort.

Das Terrain, durch welches dieſer Tunnel geführt iſt, beſteht aus mit Lehm vermengtem Sande, in welchem an vielen Stellen Waſſer zum Vorſchein kam. Man benutzte auch die genannten Schachte, um das Waſſer zu ſammeln und durch mit Dampfmaſchinen in Bewegung geſetzte Pumpen herauszuſchaffen.

Aus der Zeichnung Fig. 1 iſt zu erſehen, daß die Einwölbungslinie ein Kreisſegment iſt, und daß auch die Widerlager und die Sohle gekrümmte, dem Erddrucke widerſtehende Formen haben.

Die Dicke des Mauerwerkes war an den ſchwächſten Stellen, nämlich dort, wo die Erdausgrabung günſtig ausfiel, 18 Zoll, und nur an wenigen Stellen, nämlich wo etwas mehr, als beabſichtigt, ausgegraben werden mußte, hat das Mauerwerk im Maße des dadurch gebildeten größeren Raumes eine größere Dicke bekommen. Es iſt aus Ziegeln, die mit einem ſchnell trocknenden Mörtel verbunden, und deren Fugen fleißig verbrämt ſind, hergeſtellt. Dieſe Ziegel haben 5″ Länge, 3″ Breite und 1″ Dicke. Wie aus Fig. 21 erſichtlich, iſt über der gemauerten Sohle, als Baſis für die Schienenunterlagen, Schotter angeſchüttet, in welchem auch ein Kanal für den Ablauf des Seihewaſſers angebracht iſt.

Bei der Ausführung dieſes Tunnels iſt ein merkwürdiges, den Tunnelbau im ſandigen und ſchotterigen Boden erleichterndes Verfahren beobachtet worden, deſſen genaue Auseinanderſetzung von beſonderer Wichtigkeit iſt. Es wurde nämlich das umgekehrte, bei Einſchließungen und Einwölbungen ſonſt beobachtete Verfahren angewendet, indem man vorerſt das Gewölbe und ſodann erſt die Widerlager ausführte. Der Vorgang dabei beſtand im Weſentlichen darin, daß man immer nur kleine Erdkörper parziell aushob und ſogleich durch Bölzungen unterſtützte, hiernach, ſobald man einen gewiſſen Raum ausgehoben und geſtützt hatte, das Mauerwerk ebenfalls theilweiſe und ſo ausführte, daß durch daſſelbe jede weitere Stützung entbehrlich wurde.

Hierbei traten nach der Beſchaffenheit des Terrains, welches zu durchgraben war, nur in ſo fern Modifikazionen ein, als man, bei etwas feſterer Beſchaffenheit des Grundes, auch die theilweiſe Aushebung in etwas größeren Partien vornehmen, alſo die Arbeit einigermaßen beſchleunigen konnte.

Im Durchſchnitte kann angenommen werden, daß immer Stücke zwiſchen 3 und 4 Fuß Länge auf einmal in Arbeit genommen werden konnten.

Die Figuren von 1 bis 20 verſinnlichen den ſukzeſſiven Fortgang der Aushebung, Stützung und Mauerung.

Fig. 1 als Anſicht und Fig. 2 als Längendurchſchnitt zeigen den zuerſt ausgehobenen, 4½ Fuß breiten Raum A und die Stützung der Erdausgrabung wie folgt: Auf zwei, nach der Breite des Tunnels liegenden Schwellen, a und a′, ſtehen die vertikalen Stützen b und b′, welche die Riegel d und d′ gegen den Seitenſchub in ihrer Stellung erhalten.

Auf den Stützen ruhen die Träme c, über welchen die Pfoſtenverſchalung e alle Theile der oberen Fläche des ausgegrabenen Raumes ſtützt.

Die anderen Seitenwände des ausgegrabenen Raumes erhielten ſich durch die Ständer b und b′, und nur an wenigen Stellen, wo nämlich bedeutend lockere und flüſſige Schichten vorkamen, mußte auch hinter dieſen Ständern theilweiſe eine Breterverſchalung vorgenommen werden, hinter welcher man auch hie und da zur Füllung der Fugen und ſonſt entſtehenden Räume etwas Stroh und Heu gelegt hatte.

Aus dem durch punktirte Linien angezeigten Profile des Tunnels erſieht man, daß die Ausgrabung nur in der Höhe des Raumes, welchen der Gewölbebogen mit

Einſchluß der Gewölbedicke und Verſchalung einnimmt, geſchehen iſt.

Die Fortſetzung der Ausgrabung geſchah, wie die Fig. 3 als Anſicht und Fig. 4 als Längendurchſchnitt zeigen, zu beiden Seiten der erſten Ausgrabung in Form von dreiſeitigen Prismen, B und B'. Die Stützung dieſer Ausgrabung geſchah durch vier ſchiefe Stützen, wovon zwei, nämlich f, in der Ebene von b und die anderen zwei, f', in der Ebene von b' liegen, und mit einem Ende an den vertikalen Stützen b und b' anſtehen, mit dem anderen aber die Träme g und g' ſtützen, über welche letztere und über c die Pfoſtenverſchalung h aufgelegt iſt, wodurch alle Theile der oberen Fläche des zweiten ausgehobenen Raumes ihre Unterſtützung finden.

Die anderen Seitenwände erhalten ſich wieder durch die Stützen b' und f', und nur an wenigen Stellen iſt auch dazu eine Verſchalung nothwendig geweſen.

Nach Vollendung der Stützung für die Räume B und B' wurde auf gleiche Weiſe die Ausgrabung C und C' fortgeſetzt, durch i, k, l, Fig. 5 und 6, geſtützt und eben ſo für den Raum D und D' durch m, n, o, ſo wie für E und E' durch p, q, r verfahren, und dadurch ein faſt halbkreisförmiger Raum von der ganzen Breite des Tunnels, in der Länge von 3 bis 4 Fuß gebildet, der in den Figuren 5 als Anſicht und 6 als Längendurchſchnitt dargeſtellt wurde.

In dieſen Raum ſtellte man nun die zwei, aus Bohlen zuſammengeſetzten Lehrbögen s und s', Fig. 7 und 8, und zwar ganz unabhängig von der beſchriebenen Verbölzung und Unterſtützung des Terrains, auf.

Die aus Bretern beſtehende Verſchalung des Lehrbogens nahm man nur theilweiſe vor und fing hiebei beiderſeits von unten das Gewölbe an, nachdem zur beſſeren Stützung der erſten Ziegel, wo dieſe eigentlich die Baſis des Gewölbebogens bilden, Breter untergelegt wurden. Daß man bei der Mauerung auf die genaue Füllung des Raumes zwiſchen der Verſchalung des Lehrbogens und der Verſchalung der Erdausgrabung geſehen, verſteht ſich von ſelbſt. — Nach Maßgabe des Vorwärtsſchreitens des Gewölbes, ſetzte man die Verſchalung des Lehrbogens fort. Außer dem Schluß des Gewölbes, welcher nur mit etwas mehr Mühe und beſonderer Sorgfalt zu bewirken war, hatte dieſe Arbeit keine beſonderen Schwierigkeiten. Nach Maßgabe, wie das Gewölbe ausgeführt war, wurden die zur Verbölzung verwendeten Stützen weggenommen, indem das Erdreich durch das Gewölbe ſeine Unterſtützung fand. Nach Vollendung des Gewölbes wurde noch das Lehrgerüſt weggenommen, um es, ſo wie die gedachten Stützen, weiter verwenden zu können.

Bei der Fortſetzung der Arbeiten wurde mit Benuzzung des hergeſtellten Gewölbes der nämliche Weg, welcher beim Beginn eingeſchlagen worden war, verfolgt.

Die Fig. 9 als Anſicht und 10 als Längendurchſchnitt zeigen das bereits fertige Gewölbeſtück, ſammt der erſten Aushebung und Stützung eines neuen, 3 bis 4 Fuß langen Stückes, a', b', c, d' und e leiſten hier denſelben Dienſt, wie bei Fig. 1 und 2 aus einander geſetzt worden iſt.

Die Theile a, b, d kamen hier in Erſparung, da man die Träme c in das bereits fertige Gewölbeſtück einlaſſen und dadurch unterſtützen konnte, wobei nur die Aenderung eintrat, daß ſie bei dieſem Auflager mit ihren Köpfen etwas näher zuſammen kamen, da ſie zwiſchen die bereits vermauerten Träme gelegt werden mußten.

Die Fortſetzung der Ausgrabung geſchah, wie durch die Figuren 3 und 4 dargeſtellt iſt, nur mit dem Unterſchiede, daß das ausgegrabene Prisma etwas kleiner war, da auch hier die vorderen Stützen weggelaſſen ſind und die Träme g mit ihren Enden über die bereits eingemauerten, in das Gewölbe eingelaſſen wurden, was auch bei den folgenden theilweiſen Aushebungen und Stützungen geſchah.

Die Fig. 11 als Anſicht und die Fig. 12 als Längendurchſchnitt zeigen den vollendeten, ausgehobenen und geſtützten Raum für die Fortſetzung der Wölbung, indem, wie bei Fig. 7 und 8, die Lehrgerüſte aufgeſtellt und mit der Aufmauerung des Gewölbes, wie bereits beſchrieben, verfahren wurde, wobei zugleich auf eine gute Verbindung mit dem bereits fertigen Gewölbſtücke eine ſo vorzügliche Aufmerkſamkeit verwendet wurde, daß die Stoßfugen der nach einander gebauten Gewölbeſtücke nicht wahrzunehmen waren.

Die Fortſetzung der Ausgrabung und Stützung des Erdreiches, ſo wie die Ausführung des Gewölbes, geſchah auf die nämliche Weiſe auf eine Länge von 15 bis 20 Klaftern, und dann erſt wurde zur Unterfangung des Gewölbes oder eigentlich zur Herſtellung der Widerlager, welche zugleich die Wände des Tunnels bilden, geſchritten.

Man verfuhr dabei, ſowohl mit der Ausgrabung und Stützung, als auch mit der Herſtellung des Mauerwerkes ebenfalls theilweiſe.

Die Figuren 13 als Anſicht und 14 als Längendurchſchnitt zeigen ein fertiges Gewölbeſtück, ſo wie den ausgegrabenen Raum F, welcher als Höhe beiläufig den drittrn Theil der ganzen Widerlagshöhe hatte. Die angeordnete Stützung des untergrabenen Gewölbemauerwerkes und der Wände der Ausgrabung iſt aus dieſen Figuren erſichtlich. Man brachte zuerſt die Stützen t ſammt ihren Schwellen und Trämen an und nahm die Ausgrabung von der Mitte des Tunnels gegen die zu unterfangenden Seiten vor. War man damit in die Nähe der zu erbauenden Widerlagen gekommen, ſo grub man an jener Stelle, wo die Stützen t' ſammt Schwellen und Trämen zu ſtehen kommen ſollten, einen ſchmalen Einſchnitt aus und ſtellte dieſe Stützvorrichtung auf, grub nun auch den Erdkörper, welcher ſich noch unter dem Gewölbemauerwerk befand, aus und brachte die Verſchalung u an.

An Stellen von etwas feſterer Beſchaffenheit des Grundes konnte auch die Ausgrabung gleich, ehe noch die Stützen t' aufgeſtellt waren, vollſtändig geſchehen, und dann erſt die Verſchalung und die genannte Stützung angebracht werden, was beſonders die Anarbeitung der Verſchalung ſehr erleichterte. Man half ſich überhaupt bei dieſen Stützungen nach dem, ſich bei ſolchen Arbeiten mannigfaltig aufwerfenden, Bedürfniſſe, und nachdem ſie erreicht waren, legte man wieder am Boden der Ausgrabung Breter als Baſis für das Mauerwerk und mauerte den Raum zwiſchen den Stützen bis zum Fuße des Gewölbes auf, an welchen es, nach theilweiſer Hinwegnahme der dem Gewölbemauerwerk als Unterlage dienenden Breterſtücken, mit vielem Fleiße genau angeſchloſſen wurde. Die Stützen wurden nach Maßgabe der Fortſchreitung der Untermauerung weggenommen, und nach Vollendung der Letzteren wurde zur Ausgrabung für den zweiten Theil geſchritten.

Man verfuhr dabei wie für den erſten Theil beſchrieben worden iſt, und ſo wurde auf dieſe Art ebenfalls auf 15 bis 20 Klafter vorwärts gegangen, ehe man die neue, tiefere Unterfangung von vorne anfing.

Die Figur 15 als Anſicht und 16 als Längendurchſchnitt zeigen dieſe weitere Unterfangung. Man nahm dabei ebenfalls wieder einen Streifen von $\frac{1}{3}$ der Widerlagshöhe in Arbeit und verfuhr ganz ſo, wie vorher, bei der erſten Unterfangung, beſchrieben wurde.

Nachdem auch dieſe Arbeit 15 bis 20 Klafter vorgerückt war, begann man die dritte und letzte Unterfangung, führte ſie auf gleiche Weiſe, wie die erſte und zweite, aus, und ließ dieſer Arbeit gleich auch die Ausführung des Mauerwerkes für das verkehrte Gewölbe an der Sohle des Tunnels folgen.

Die Fig. 17 als Anſicht und 18 als Längendurchſchnitt zeigen den Anfang dieſer letzten Unterfangung, ſo wie die Fortſetzung der erſten und zweiten. Die Fig. 19 und 20 zeigen ein bereits vollendetes Stück des Tunnels, ſammt der Fortſetzung der erſten, zweiten und dritten Unterfangung.

Auf dieſe Art rückte die Herſtellung des Gewölbes mit den Unterfangungsarbeiten in den verſchiedenen Höhen gleichen Schrittes vorwärts, ſo daß die Arbeitspartien immer ziemlich gleich weit von einander entfernt waren.

Die Ausführung der Arbeiten iſt mit ſo viel Genauigkeit vorgenommen worden, daß man nur an wenigen Stellen den Zuſammenſtoß der theilweiſe hergeſtellten Mauerungen bemerken konnte, und ſelbſt beim Zuſammenſtoß einer Abtheilung mit der andern konnte man keine Abweichung der Richtungen bemerken. Man hatte zur ſicheren Erreichung des letzteren Zweckes die Vorſicht gebraucht, daß man mit der Herſtellung des letzten Theiles der Gewölbe von zwei gegen einander gearbeiteten Abtheilungen die Unterfangung ziemlich weit vorausgehen ließ, daher nach dem Zuſammenſtoß derſelben eine Rektifikazion der Widerlagsrichtungen möglich war.

Zur Abführung des ausgegrabenen Erdreichs und zur Zufuhr der Baumaterialien benutzte man die, von beiden Enden des Tunnels aus, proviſoriſch angelegten Eiſenbahnen.

Bei denjenigen Strecken, wo man durch Schächte an die Stelle der Ausführung gekommen war, beförderte man auch, ſowohl das ausgegrabene Erdreich, als die Baumaterialien, durch dieſe Schächte.

Es waren zu dieſem Ende über den Mündungen Haspel, welche durch Menſchenkraft bewegt wurden, aufgeſtellt, mittelſt welcher zwei Seile mit daran befeſtigten Gefäßen, und zwar das eine auf- und das andere abgehend, bewegt wurden.

Für das in den zwei äußeren Abtheilungen, welche

Digitized by Google

mit den Einſchneidungen für die Eiſenbahn in Verbindung ſtanden, zufließende Waſſer, wurden in die durch theilweiſe Ausgrabung gebildete Sohle kleine Gräben eingeſchnitten, die natürlich mit dem Vorwärtsſchreiten der Arbeiten immer tiefer zu liegen kamen. Das in den Abtheilungen, wofür Schachte gemacht worden waren, aufgehende Waſſer wurde durch Pumpen beſeitiget. Sobald jedoch die Wölbung der äußeren Abtheilungen mit der der nächſten Abtheilung zuſammengezogen werden konnte, alſo zwiſchen den Abtheilungen durch die geſchehene Ausgrabung eine Kommunikazion Statt fand, wurde das Waſſer der inneren Abtheilung nicht mehr durch den Schacht, ſondern in die äußere Abtheilung befördert, durch welche es in den ſchon ausgeführten Gräben frei ablaufen konnte, und das Heben deſſelben nur auf geringe, mit dem Fortſchreiten der Unterfangung abnehmende Höhe nothwendig war.

Ueber einem Schachte war auch eine Dampfmaſchine aufgeſtellt, die ſowohl die Beförderung des ausgehobenen Materials und der Bauſtoffe, als auch das Ausſchöpfen des Waſſers beſorgte.

Darſtellung und Beſchreibung des periodiſchen Vorganges bei Erbauung des Tunnels bei Paris, für die Eiſenbahn von da nach St. Germain.

(Hiezu Blatt II.)

Die Figuren 1 bis 7, auf dem Blatte II, ſtellen den Vorgang bei Erbauung des Tunnels für die Eiſenbahn von Paris nach St. Germain dar.

Dieſer Tunnel iſt für eine vierfache Bahn beſtimmt, daher er zur leichtern Konſtrukzion in zwei Räume, jeder mit $22\frac{1}{2}$ Fuß Breite und 20 Fuß Höhe, abgetheilt worden iſt. Die Figur 1 zeigt ein vollſtändiges Profil deſſelben, und man ſieht auch hier die krumme Form der Widerlager angewendet.

Die Figuren 3 und 4 ſind Kopien eines Originalplanes aus dem die genannte Eiſenbahn betreffenden Bauprojekte. Es iſt daraus zu erſehen, daß man beabſichtigt hatte, vorerſt in der ganzen Länge des Tunnels einen kleinen Kanal in der Höhe des Raumes, über den das Gewölbe geſpannt werden ſollte, auszugraben, von dieſem aus zu beiden Seiten die Ausgrabung in der für das Gewölbe erforderlichen Ausdehnung nach der Breite vorzunehmen, das Gewölbe ſelbſt herzuſtellen und ſodann die Ausgrabung für deſſen Unterfangung oder die theilweiſe Ausführung der Widerlager folgen zu laſſen. Die Ausführung der Widerlager ſollte hierbei in zwei Abtheilungen geſchehen, dem zu Folge natürlich auch die Ausgrabung in gleichen Abtheilungen, abgeſondert von einander, vollbracht werden ſollte.

Es iſt weiter zu erſehen, daß man für die Ausführung der Widerlager, der Breite des Tunnels nach, nur einen ſolchen Raum auszugraben beabſichtigte, als man für das Mauerwerk und für den Verkehr der Werkleute zur Beförderung der Materialien nöthig hatte; der übrige Erdkörper ſollte als Unterſtützung des Gerüſtes der früher gemachten Einwölbung gelaſſen werden.

Die Figuren 2 und 5 — 7 verdeutlichen den bei der Ausführung dieſes Tunnels wirklich in Ausübung gebrachten, von dem früher erſonnenen etwas abweichenden Vorgang.

Es iſt in der Fig. 2, in der das Profil des doppelten Tunnels mit Linien angedeutet iſt, die Lage und Dimenſion der zuerſt ausgegrabenen Kanäle, welche den Zweck haben, die Arbeiten in größeren Ausdehnungen auf einmal betreiben zu können, erſichtlich. Die ziemlich feſte Beſchaffenheit des Märgelgrundes, durch den der Tunnel geführt iſt, machte eine umſtändliche Unterſtützung der Wände der Aushebung entbehrlich, indem man damit ausreichte, in Entfernungen von 5 zu 5 Fuß quer über den Kanal einen Pfoſten a′ zu legen, darüber an den vertikalen Wänden die Ständer b′ aufzuſtellen, welche die Träme c′, über denen eine Breterverſchalung auflag, feſt an die obere Fläche der Aushebung anſpreizten.

In dieſem Kanale wurde eine Eiſenbahn angelegt, die nach Maßgabe des Vorwärtsſchreitens der Ausgrabung verlängert und zur Beförderung der Materialien benutzt wurde.

Sobald einer dieſer Kanäle fertig war, wurde die Fortſetzung der Ausgrabung zu beiden Seiten des Ka-

nales in der für das Gewölbe erforderlichen Ausdehnung begonnen. Man nahm hierbei nur kurze Strecken in Arbeit, ſetzte ſie jedoch innerhalb dieſer fort, ohne daß in der Regel eine Stützung angeordnet wurde, bis nicht der ganze Gewölberaum A B C, Fig. 5 und 6, ausgegraben war. Nur in dem Falle, wenn ſich einzelne lockere Schichten vorfanden, wurden theilweiſe Stützungen angebracht.

Die Sohle der Aushebung wurde bis zum Anlaufe des Gewölbes horizontal gemacht, von dort aus aber gab man derſelben eine Neigung, deren Richtung in einer nach dem Mittelpunkte des Gewölbebogens gehenden Linie lag.

Von 5 zu 5 Fuß nach der Länge des Tunnels wurde, gleich nach der theilweiſen Vollendung der Ausgrabung, ein Bogengerüſt aufgeſtellt, deſſen Sehne oder Unterlager für das Ganze aus zwei vierkantigen Hölzern a beſtand, deren äußere Enden bis unter den Gewölbeanlauf reichten, wo ſie bis auf die Tiefe der horizontalen Sohle der Ausgrabung verſenkt wurden. Das andere Ende wurde auf die äußere Kante der Bohlenſtücke b gelegt, auf welche man auch die vertikalen Ständer c aufſtellte. Dieſe Ständer verſah man mit einem Kappholze d, deſſen obere Fläche die Form der Gewölbekrümmung hatte, und welches noch durch die Streben e ebenfalls an die vertikalen Ständer geſtützt wurde.

Beiderſeits der in einer Ebene liegenden Balken a und Ständer c wurden nun die Bohlenſtücke f mittelſt vier Schrauben, wovon zwei die Bohlen und die Balken a, und die zwei anderen die Bohlen und die Ständer c feſt verbinden, angezogen. Ferner zog man die Bohlenſtücke g, deren äußere Fläche ebenfalls die Form der Gewölbekrümmung hatte, beiderſeits der Balken a und des Kappholzes d an und verband ſie mittelſt vier Schrauben, wovon zwei durch die Bohlen g und die Balken a, die anderen zwei aber durch die Bohlen g und das Kappholz d gingen.

Auf dieſe Art war ein Lehrgerüſt, welches ſowohl dem vertikalen Drucke, als auch dem Seitenſchube zu widerſtehen vermochte, gebildet.

Sobald zwei dieſer Gerüſte, Fig. 7, D und E, aufgeſtellt waren, wurde die Stützung der oberen Fläche der Ausgrabung dadurch bewirkt, daß man auf letztere Bölzungen h und h' in der Richtung der Radien des Gewölbebogens aufſtellte, durch welche die Träme i gegen die Fläche der Ausgrabung feſt angeſtemmt wurden.

Man ſetzte die Ausgrabung ſodann fort, ſtellte das Lehrgerüſt F auf und ſtützte die Träme i' durch die neben h', ferner durch die auf das dritte Lehrgerüſt F aufgeſtellten Bölzungen h'', und ſetzte dieſe ſich wiederholende Arbeit auf 10 bis 15 Klafter fort, ehe man zum Beginn der Ausmauerung des Gewölbes ſchritt.

Dieſe Aufmauerung wurde dann in der ganzen Länge der vollendeten Ausgrabung und Stützung zugleich vorgenommen. Zu dieſem Ende legte man auf die für den Gewölbeanlauf geneigte Sohle die Breter k und verſchalte den Lehrbogen bis zu dem erſten Stützbogen, verſetzte ſodann die erſten Lagen der Gewölbemauerſteine und ſetzte dieſe Mauerung bis zu der erſten Stütze fort, ſchlug dieſe Bölzungen aus und verſchalte nun wieder den Lehrbogen theilweiſe bis zur zweiten Stütze, welcher Verſchalung man gleichzeitig die Fortſetzung der Ausmauerung folgen ließ.

Auf dieſe Art vollendete man die Mauerung, bis man beiderſeits zum Schluſſe des Gewölbes, bei l, Fig. 6, gekommen war.

Den Schluß ſelbſt überließ man nur einer kleinen Partie Arbeitsleuten, da derſelbe nur ſtückweiſe bewerkſtelligt werden konnte. Man hatte zu dieſem Behufe an die Kapphölzer d beiderſeits ſtarke Latten m angezogen, worauf, der Länge des Tunnels nach, die Träger n zu liegen kamen, um darauf nach und nach die Verſchalung o auflegen zu können.

Hatte man einige Schalhölzer o aufgelegt, ſo wurden die Schlußſteine p, q und r angearbeitet, und dadurch ein Gewölbeſtück geſchloſſen, und eben ſo ſetzte man die Einſchalung und den Schluß theilweiſe fort, bis ein ziemliches Stück des Gewölbes vollendet war.

In dieſem Zuſtande wurde das Hergeſtellte gelaſſen und die Vorkehrungen zur Unterfangung des Gewölbes durch Anarbeitung der Widerlagen begonnen.

Man grub nämlich zwiſchen den einzelnen Unterlagen des Lehrbogens abwärts die Räume C G H I K L M und A G H I K L M, Fig. 6, aus und unterſtützte die Unterlage des Lehrbogens durch die Stützen s und t, die man zur Erzielung eines ſicheren Standes auf Breterſtücke aufſtellte.

Schon während der Fortſetzung der Ausgrabung unterſtützte man ſowohl die Unterlagen des Lehrbogens, als auch das Gewölbemauerwerk ſelbſt, mit kurzen Ständern, die man mit dem Fortgange der Ausgrabung durch längere auswechſelte, bis man endlich die

Digitized by Google

beizubehaltenden Stützen s und t aufſtellen konnte. Nachdem dieſe Aushebung wieder auf 10 bis 15 Klafter vorgeſchritten war, fing man die Ausmauerung über der Sohle H I an, und ſetzte ſie nach der Form HIKOCG fort.

Zur Verbindung der letzten Schaaren mit dem Gewölbmauerwerke wurden die, dem letzteren als Unterlage gedienten, Breter k theilweiſe beſeitiget und die Verbindung ſelbſt ebenfalls theilweiſe vorgenommen, wo ſodann auch leicht die das Mauerwerk umgreifenden Unterlagen der Lehrgerüſte ſowohl, als überhaupt jede Unterſtützung beſeitiget und der ausgeſparte Raum noch vermauert werden konnte.

An derjenigen Außenſeite des Mauerwerkes, an die nachher bei Ausführung des zweiten, unmittelbar anſtoßenden Tunnelraumes wieder Mauerwerk anzuſchließen war, nämlich von G bis H, wurden Schmatzen (Verzahnungen) gelaſſen, um eine gute Verbindung der Maſſe des doppelten, zugleich als Scheidewand beider Tunnelräume dienenden Widerlagers hervorzubringen.

Das ſämmtliche Mauerwerk iſt aus ziemlich regelmäßigen, mit gewöhnlichem guten Mörtel verbundenen Sandſteinen hergeſtellt. Daß bei dieſer Bauart eine große Quantität Gerüſt- und Stützholz nothwendig war, geht aus der Beſchreibung des Vorganges bei den Arbeiten von ſelbſt hervor; es iſt jedoch dadurch auf jeden Fall eine ſehr ſolide Ausführung des Mauerwerkes möglich geworden, da man immer große Partien auf einmal herſtellen konnte, und dadurch nicht allzuhäufige Verbindungen der theilweiſe vollendeten Arbeit, die immer nur mit vielen Schwierigkeiten vollkommen gut zu erlangen ſind, nothwendig wurden.

Erſt nach gänzlicher Vollendung des einen Tunnelraumes wurde der zweite, für den jedoch ſchon der in der Mitte des Gewölberaumes durchgeſchlagene Kanal vorbereitet war, in Arbeit genommen.

Eine große Erleichterung zur Ausführung dieſes Bauunternehmens verſchaffte der Umſtand, daß nirgends Waſſer zum Vorſchein kam und das zu durchgrabende Terrain von ſo feſter Beſchaffenheit war, daß man den in der Mitte des Tunnelraumes ſtehen gelaſſenen Erdkörper als Unterſtützung für das Lehrgerüſt benutzen konnte.

Darſtellung und Beſchreibung des Vorganges bei Ausführung eines Theiles vom Tunnel bei Kilsby für die London-Birmingham-Eiſenbahn.

(Hiezu Blatt III, IV und V.)

Dieſer Tunnel, welcher für eine doppelte Bahn beſtimmt iſt, hat 23 (Wiener) Fuß innere Breite und 21 Fuß Höhe, erſtere der größten Dimenſion nach und letztere von der Ebene der Bahnſchienen bis zum Schluſſe des Gewölbes gemeſſen; ſeine ganze Länge beträgt 1200 Klafter.

Fig. 9, Bl. III, bezeichnet die Form des Profiles von dieſem Tunnel, woraus zu erſehen iſt, daß außer der Einwölbung auch die Widerlager und die ausgemauerte Sohle nach krummen Linien gebildet ſind. Die punktirten Linien in dieſer Figur deuten die Entwickelung der Kurven an.

Nach der ganzen Länge des Tunnels liegt auf einer niederen Mauerſchicht eine Quaderſteinſchicht, Fig 9, a'b'c'd'e', deren einzelne Stücke fünfſeitige Prismen ſind; wovon die horizontale Seite a'b' auf dem unterbauten Mauerwerke ruht; die vertikale Seite b'c' hilft die rückwärtige Fläche der Widerlager bilden, die Seite a'e' dient als Anlauf für die umgekehrte gewölbeförmige Ausmauerung der Sohle, und die Seite c'd' als Anlauf für die ebenfalls bogenförmig aufgeführten Widerlager, die Fläche d'e' liegt in der Krümmungslinie der Sohlenmauerung.

Das Sohlenmauerwerk iſt durch eine Schotterlage, die eine horizontale Oberfläche bildet, und zwar am tiefſten Punkte 3 Fuß hoch, überſchüttet, in welche Anſchüttung die Bahnunterlagen verſetzt ſind.

Nach der ganzen Länge des Tunnels iſt in der Mitte zwiſchen den zwei Bahnen eine gußeiſerne Rinne, Fig. 15, 16 und 17, eingelaſſen, deren Seitenwände gitterartig durchbrochen ſind, damit das durchſickernde Waſſer ſich darin ſammeln und abfließen könne. Als Decke dieſer Rinne dienen gewöhnliche Mauerziegel.

Das Mauerwerk des Tunnels beſteht, mit Aus-

Digitized by Google

nahme der bereits bezeichneten Steinſchaar, aus Ziegeln und iſt am Gewölbe und den Widerlagern an 3 Fuß und das Sohlenmauerwerk an 2 Fuß ſtark.

In der ganzen Länge des Tunnels ſind 14 Schächte angebracht, wovon zwei, jeder 60 Fuß Durchmeſſer, und zwölf, jeder 8 Fuß Durchmeſſer haben. Erſtere ſind ein Drittel der ganzen Länge des Tunnels von einander entfernt, ſtehen alſo von den Endpunkten ebenfalls um ein Drittel der Länge ab, letztere ſind in den Zwiſchenräumen gleichmäßig vertheilt, wie aus Fig. 1, Bl. IV, hervorgeht.

Die größeren Schächte nennt man vorzugsweiſe Ventilazionsſchächte, obwohl auch die kleineren zu eben demſelben Zwecke erbaut ſind und nebſt dem noch die Beſtimmung haben, durch ſie die Arbeit an mehreren Punkten zugleich vornehmen zu können.

Die großen Schächte übergreifen mit ihrer Ausdehnung den Raum des Tunnels, ihr Mauerwerk ruht daher auf dem Grunde. Die kleineren Schächte durchdringen bloß das Gewölbe des Tunnels, daher ihr Mauerwerk auf das Gewölbemauerwerk aufgeſtellt werden mußte.

Aus den Fig. 10 bis 14, Bl. III, iſt zu erſehen, wie dieſe Aufſtellung geſchieht. Vier gußeiſerne Stücke, Fig. 13, a″b″, b″c″, c″d″ und d″a″, die zuſammen mit ihrer inneren Fläche einen 8 Fuß weiten Ring, und deren äußere und nach der Richtung der Schaaren des Gewölbemauerwerkes laufenden Flächen zuſammen einen Keil bilden, vertreten die Stelle des die Mündung eines Schachtes aufnehmenden Gewölbemauerwerkes, und auf ſie wird das Schachtmauerwerk aufgeſtellt. Der tiefſte Schacht mißt 130 Fuß.

Ueber die Ausführung der Schächte ſelbſt wird bei der zu dem Blatte IV gehörigen Beſchreibung das Nöthigſte erörtert werden.

Die Arbeiten zur Herſtellung des Tunnels wurden ſowohl am Anfangs- und Endpunkte deſſelben, als auch an mehreren zwiſchenliegenden Punkten, zu welchen letzteren man durch die vom Erdhorizont bis in die Richtung der Traſſe des Tunnels ausgegrabenen Schächte gelangte, zu gleicher Zeit begonnen. Um über die Richtung des Tunnels ſicher zu ſein, wurde, beiläufig in deſſen Mitte, auf dem natürlichen Terrain ein gemauerter Thurm aufgeführt, in welchem dieſe Richtungslinie bezeichnet war, und mittelſt eines Inſtrumentes längs der ganzen Länge des Tunnels übertragen werden konnte.

Das zu durchgrabende Terrain beſtand in dem größten Theile der Länge des Tunnels aus ſehr feſtem Lehmgrunde. Nur an einer einzigen Stelle war man auf Schotter gekommen, in welchem eine ſehr bedeutende Waſſerquantität zuſtrömte, die durch mehrere Dampfmaſchinen zu Tage gefördert werden mußte, um die Bauſtelle zur Ausführung der Arbeit geeignet zu machen. An einer andern Stelle fand ſich Sand vor, der ebenfalls Waſſer führte.

Im Nachfolgenden ſoll der Vorgang beſchrieben werden, den man bei der Ausgrabung und Stützung, dann bei der Herſtellung des Mauerwerkes in einer durch einen Schacht zugängig gemachten Abtheilung, wo feſter Lehmgrund vorgefunden wurde, in Anwendung ſah.

Es waren die Arbeiten beiderſeits des Schachtes ſchon beiläufig 15 Klafter weit vorgerückt, und man ſah auf einer Seite die Arbeiten der Ausgrabung und auf der andern die Arbeiten zur Herſtellung des Mauerwerkes vor ſich gehen. Die Ausgrabung wurde jedesmal auf 10 Fuß Länge des Tunnels in Arbeit genommen, und in eben dieſer Länge führte man nach vollbrachter Ausgrabung und Stützung das Mauerwerk auf.

Man machte mit der Ausgrabung den Anfang dort, wo der Schluß des Gewölbes erfolgen ſollte, in der Ausdehnung ABCD, Fig. 1, auf dem Blatte III, in der ganzen Länge des jedesmal in Arbeit zu nehmenden Stückes von 10 Fuß.

Bei der feſten Beſchaffenheit des Thongrundes war es nur nothwendig, die obere Fläche des ausgegrabenen Raumes zu ſtützen.

Zu dieſem Ende legte man auf die Sohle der Ausgrabung am Fuße der vertikalen Wand die Schwelle a, auf welche die Stützen b und c aufgeſtellt ſind, die das eine Ende der Träme c′ und d ſtützen, über denen die Verſchalung e und f feſt an die obere Fläche der Ausgrabung angedrückt wurde. Das zweite Ende der Träme iſt in das bereits hergeſtellte Mauerwerk eingelaſſen, alſo das Ganze vollkommen geſtützt.

Nach Anbringung dieſer Stützung ward die Ausgrabung auf beiden Seiten der frühern fortgeſetzt bis auch die Körper ADE und BCF, Fig. 2, ebenfalls in der Länge von 10 Fuß, beſeitiget waren. Hierauf wurde die Schwelle a durch die, über die ganze Breite der Ausgrabung reichende, g ausgetauſcht, indem durch eine proviſoriſche Stützung, ungeachtet b und c auf kurze Zeit abgenommen werden mußten, c und d eben ſo,

Digitized by Google

wie e und f, bereits in unveränderter Lage feſtgehalten worden ſind.

Hat g die Stelle von a eingenommen, und ſind durch deren Ende die Träme m an einer Seite geſtützt worden, ſo werden darauf ſowohl b und c, als auch die weitern Stützen h und i aufgeſtellt, welche das eine Ende der Träme k und l, über welchen die Verſchalung n, o, p ſich befindet, feſt an die Fläche der Ausgrabung andrücken.

Das zweite Ende der Träme k, l und m iſt ebenfalls in das bereits hergeſtellte Mauerwerk eingelaſſen, alſo vollkommen geſtützt.

War auf dieſe Art der Raum EFCD, den ſeiner Zeit das Gewölbemauerwerk einnehmen und verſchließen ſoll, ausgegraben, ſo wurde nun auch ſogleich die Ausgrabung für den übrigen Raum des Tunnels, und für die Widerlager und Sohlenausmauerung fortgeſetzt. Hiezu begann man in der Mitte nach der Breite des Tunnels, und nahm eine Schicht, die wieder 10 Fuß Länge und beiläufig $1/3$ der Höhe der Widerlager zum Höhenmaße hatte, in Arbeit.

Der Breite nach grub man bis unter die Stützen c, ſo daß der Raum ABGH gebildet wurde. War dieſe Ausgrabung geſchehen, ſo legte man wieder auf die Sohle der Ausgrabung, vertikal unter g, die Schwelle q und ſtützte darauf die Schwelle g durch die Stützen r und s. Hiernach wurde an beiden Seiten die Ausgrabung erweitert, bis man damit in die rückwärtige Flucht der Widerlagsmauern EI und FK, Fig. 3, gelangte.

Man wechſelte nun wieder die Schwelle q durch die über die ganze Breite der Ausgrabung reichende t, Fig. 3, aus, welche die Träme u, die gemeinſchaftlich mit m die Verſchalung p' feſt an die Fläche der Ausgrabung andrücken, ſtützt, indem man durch eine proviſoriſche Stützung die Zimmerung q, r und s auf kurze Zeit beſeitigte.

War dieſe Auswechſelung geſchehen, ſo ſtützte man wieder die Schwelle g durch r, s, v und w. Das zweite Ende der Träme wurde ebenfalls in das bereits fertige Mauerwerk eingelaſſen.

Auf die nämliche Art ſetzte man die Ausgrabung und Stützung, noch in zwei Partien abgetheilt, bis zu einer Tiefe fort, die für die Anarbeitung des Sohlenmauerwerkes bedingt war. In Fig. 3 als Anſicht und Fig. 6 als Längendurchſchnitt iſt die vollendete Stützung des ganzen Raumes LMKFCDEI angezeigt.

Es wurde nun die Ausmauerung begonnen, zu welchem Ende an die Unterſtützung der Ausgrabung die Lehre x, Fig. 4 und 7, für die Form der Sohle und Widerlagsmauerung befeſtigt wurde, nach welcher, und nach dem bereits hergeſtellten Mauerwerk die Mauerung bis zum Gewölbeanlauf ausgeführt wurde.

Es wurde zuerſt das Sohlenmauerwerk hergeſtellt, ſodann die durch die unterſte Schwelle geſtützten Träme und die letzte Verſchalung ausgeſchlagen und hiernach die Aufmauerung der Widerlager bis zur vorletzten Schwelle an beiden Seiten fortgeſetzt.

Sobald man in dieſe Höhe gekommen war, bölzte man das hergeſtellte Mauerwerk mittelſt der durch y und y' unterſtützten Balken z und z' ab, die mit ihrer Stirne die Träme a' feſt an das Mauerwerk andrückten und daſſelbe gegen den Seitendruck ſtützten.

Dadurch kam man in die Lage, die Träme der vorletzten Schwelle und die darüber und über u aufliegende Verſchalung beſeitigen und die Ausmauerung beiderſeits bis u' fortſetzen zu können. Hier wurde nun wieder die Bölzung des fertigen Mauerwerkes durch die Balken b' und b'', Fig. 5 und 8, deſſen Unterſtützung c'' und c''' durch die Träme d' vorgenommen, die Träme u und die Verſchalung p', Fig. 6, beſeitiget, die Mauerung bis zum Gewölbeanlauf fortgeſetzt und abermals durch c' und c'', f, f'' und g' gebölzt.

Es wurde nunmehr zur Ausführung des Gewölbemauerwerkes geſchritten. Zu dieſem Ende ſtellte man auf die Länge des herzuſtellenden Gewölbes von 10 Fuß drei Lehrgerüſte NOP, Fig. 8, auf. Jedes derſelben beſtand aus einem Sehnenbalken h', über dem der aus doppelten dreizölligen Pfoſten zuſammengeſetzte Bogen i' ſtand, welcher an drei Punkten ſeines Umfanges durch die Ständer k', l' und m' unterſtützt war.

Das ganze Lehrgerüſt war durch vier vertikale Ständer n', o', p' und q', die auf den Polſtern r', s', t' und u' aufſtanden, geſtützt. Nachdem die Träme m und die Verſchalung p ausgeſchlagen worden waren, ging die Ausmauerung des Gewölbes vor ſich.

Man verſchalte hiezu das Lehrgerüſt, dem Fortſchreiten der Mauerung angemeſſen, theilweiſe, und beſeitigte eben auch theilweiſe die Träme und Verſchalung von der Stützung des Gewölberaumes, da das hergeſtellte Mauerwerk mit Hilfe des Lehrgerüſtes die Stützung vertreten mußte. Der Schluß des Gewölbes mußte ebenfalls theilweiſe und mit Mühe bewirkt werden. Dieſe

Digitized by Google

eben beſchriebenen Arbeiten wurden unter zwei Arbeitspartien vertheilt. Die erſte Partie beſorgte die Ausgrabung und die Stützung des ausgegrabenen Raumes, und die zweite nahm die Ausmauerung vor. Die Anzahl der Arbeiter dieſer Partien war ſo bemeſſen, daß beide immer zu gleicher Zeit eine Abtheilung ihrer Arbeiten vollbracht hatten.

In der Fig. 10 iſt dargeſtellt, wie eine Partie bei Q die Ausgrabung und Stützung für den Gewölberaum fertig hatte, und die andere Partie bei R bereits die Mauerung der Widerlager vollendet und die Lehrgerüſte zur Einwölbung aufgeſtellt hatte.

War die Partie Q mit der Ausgrabung und Stützung bis zur Sohle des Tunnels gekommen, und hatte die andere Partie R den Schluß des Gewölbes bewirkt, ſo wechſelten beide Partien ihre Arbeitsplätze und ſetzten an ihren neuen Plätzen die ihnen zukommende Arbeit fort.

Das Lehrgerüſt der letzten Einwölbung wurde nur bis zur guten Erhärtung des Mörtels, die, da derſelbe die Eigenſchaft hatte, ſchnell zu trocknen, in höchſtens 5 Tagen erfolgte, gelaſſen, ſodann abgetragen und bei der nächſt vorzunehmenden Einwölbung wieder verwendet.

Eben ſo wurde auch das nämliche Holz, welches zur Stützung des Raumes für das eben vollendete Mauerwerk nothwendig geworden war, bei der darauffolgenden Fortſetzung der Ausgrabung alles wieder verwendet, da nichts davon vermauert worden war.

Das ausgegrabene Material ſowohl, als die zu verwendenden Bauſtoffe, wurden durch die Schachte aufgezogen und abgelaſſen, wozu man theils Dampfkraft theils auch Pferdekraft verwendete.

Auf Bl. IV ſind in größerem Maßſtabe die Details, ſowohl der Mündung des Tunnels, als der Ringe, auf welchen die kleineren Ventilazionsſchächte ruhen, dargeſtellt.

Fig. 2 zeigt eine horizontale Projekzion vom Eingange des in Rede ſtehenden Tunnels nach der gebrochenen Linie ABCDE in der Anſicht Fig. 3, oder vielmehr, es iſt das Erdreich und die Frontmauer über ABCDE abgenommen gedacht, ſo daß die linke Hälfte der Fig. 2 die Fundamentirung der Faſade des Tunnels zeigt, während die rechte die Krone derſelben darſtellt. Fig. 4 gibt den Längendurchſchnitt des ganzen Tunnels Fig. 5 die Konſtrukzion und Form der verſchiedenen, aus lauter Kreisſegmenten beſtehenden Wölbungslinien des Tunnels und Fig. 6 einen Durchſchnitt der Stirnmauer durch den Strebepfeiler bei c d in Fig. 2.

Aus der Zuſammenſtellung wird man erſehen, daß der Tunnel, um ſeine Faſade gehörig gegen den Druck des dahinter liegenden Erdreiches zu verſichern, um eine gewiſſe Tiefe gegen ſeine eigentliche Anfangsebene, welche in A E, Fig. 2, liegt, zurückgeſchoben iſt. Man hat dieſe Zurückſtellung dazu benützt, eine in dem flachen Bogen ABCDE, Fig. 2, gewölbte Futtermauer anzubringen, welche, durch die Strebepfeiler F, G, H, I, K, L, M, N, noch verſtärkt, dem dahinter wirkenden Erddrucke vollkommen Widerſtand zu leiſten vermag. Die linke Hälfte von Fig. 2 zeigt, wie die Futtermauer, welche, wie aus Fig. 3 hervorgeht, an der Krone des Abhanges beginnt und ſtufenförmig bis zur Sohle fortgeführt iſt, auch, je tiefer ſie abſteigt, um ſo breiter wird. Die Länge der Gründung der Strebepfeiler nimmt, je breiter die Mauerſohle bei dem tieferen Abfalle wird, nach und nach ab, ſo daß eine Kurve durch die hinteren Mittel der Strebepfeiler F, G, H, I nahe parallel mit der Kurve der Frontmauer der Widerlage ſein würde. Die Wände ſind, wie Fig. 6 zeigt, von ihrer Gründung bis zur Krone von außen und innen abgeböſcht, die Strebepfeiler aber an ihren hinteren Seiten ſenkrecht aufgeführt um ihren Widerſtand zu vermehren.

Die rechte Hälfte von Fig. 2 zeigt die Projekzion der hintern Böſchungsfläche der Front- oder Widerlagsmauer, von ihrem Anfange bei E bis zu ihrer Mitte bei D. Hierbei ſieht man zugleich die Linie des Anſchluſſes, welche ſich da bildet, wo das Mauerwerk des Tunnels durch das Mauerwerk der Widerlage hinaustritt. Eben ſo bemerkt man in dieſer Hälfte von Fig. 2 die oberen Stärken der Strebepfeiler K, L, M, N, deren untere Anlagen aus F, G, H, I hervorgehen. Was die Faſade des Tunnels betrifft, ſo iſt dieſelbe höchſt einfach, indem ſie ſich aus der Bogenlinie ABCDE dadurch entwickelt, daß der Theil derſelben über OP ſenkrecht in gerader Linie aufgezogen iſt, ſtatt mit der Böſchungsanlage der Frontmauer fortzugehen, wodurch an der vorderen Seite der Widerlager- oder Frontmauer, wie hinten eine ſchräg anſteigende Bogenlinie, deren Projekzion wir eben betrachtet haben, ſo hier eine ſchräg anſteigende gerade Linie entſteht, deren Projekzion e f, Fig. 2, iſt. Fig. 3 zeigt die ganze Faſade in der Frontanſicht, während Fig. 4 an ihrer linken Seite eine Anſicht von der Mitte der Vorderſeite des Tunnels, oder

Digitized by Google

von dem Punkte, g Fig. 2, in der Richtung des Pfeiles geſehen, darſtellt. Um den Abfall des Waſſers über die Frontwand der ganzen Anlage zu verhüten, iſt in dem darüber liegenden Erdreiche der Abzugsgraben h, deſſen Durchſchnitt Fig. 4 zeigt, in einem Bétonlager gebildet. Das Bétonlager verhindert zugleich den Abſturz des Erdreiches, das gleich über dem Eingange des Tunnels ziemlich ſteil anſteigt.

Da an der Stelle, wo der eigentliche Tunnel eintritt, bei der Frontmauer das Syſtem der Verſtärkung nach der Mitte hin, wie es bis zum Tunnel verfolgt wurde, eben ſo wie das der Strebepfeiler aus augenſcheinlichen Gründen nicht fortgeſetzt werden konnte, ſo mußte hier auf ein anderes Mittel gedacht werden, um die Wölbung des Tunnels gegen das Abdrücken durch das darüber liegende Erdreich zu ſichern.

Es wurde nämlich in das Mauerwerk des Bogens, 9 Zoll von deſſen Stirn, ein gußeiſerner Bogen, deſſen Durchſchnitt bei i, Fig. 4, zu ſehen iſt, und ihm entſprechend, auf 100 Fuß von demſelben entfernt, ein zweiter, dem erſten ganz gleicher Bogen, deſſen Durchſchnitt k, Fig. 4, zeigt, gleich bei Aufführung des Gewölberaumes mit eingemauert und beide Bögen durch ein Syſtem von acht Ankerlinien mit einander in der Art verbunden, daß die beiden Bögen i und k gleichſam die Schlaudern dieſer Anker bilden. Das Einführen dieſer Anker war um ſo leichter, da die fünf Wölbeſchichten der Bogenfläche nicht mit einander im Verbande, ſondern, jede für ſich, in konzentriſchen Ringen ausgeführt wurden, wodurch alſo ein Zerſchlagen der Steine an den Orten, wo die Anker durchgingen, vermieden wurde.

Die Figuren 7 — 12 zeigen die Konſtrukzion dieſes Verankerungsſyſtemes. Es geht daraus hervor, daß die ganze Anſicht des gußeiſernen Bogens, Fig. 7, deſſen Durchſchnitt Fig. 9 zeigt, aus vier Segmenten beſteht, welche durch angegoſſene Lappen und Schrauben, wie Fig. 10 zeigt, mit einander verbunden wurden. Es leuchtet ein, daß dieſe Segmente auch immer nur einzeln aufgeſtellt werden konnten, je nachdem man mit der Mauerung der Einwölbung vorwärts ſchritt. An den acht Stellen, wo die Anker durchgezogen werden ſollten, waren Anſätze mit angegoſſen, welche für den Anker durchbohrt wurden, und zwar in der Art, daß der hintere Durchmeſſer der Bohrung dem Durchmeſſer des Ankers gleich war, während das Loch nach vorne zu koniſch weiter wurde, um die koniſche Verſtärkung des Ankers, welche ſtatt der Schließe dienen ſollte, aufzunehmen. Die Figuren 8 bis 12 zeigen dieſe Konſtrukzion im Detail. Fig. 12 zeigt bei l die koniſche Verſtärkung des Ankers, und bei m die Verbindung der einzelnen Theile der Ankerlinien unter ſich. Die Konſtrukzion des ganzen Bogenumfanges geht aus Fig. 7 zur Genüge hervor.

Die Figuren 13 — 17 zeigen die Konſtrukzion der Licht- und Ventilazionsſchachte dieſes Tunnels, deren einen man bei n, Fig. 4, aufgeſetzt ſieht. Intereſſant ſind dabei die gußeiſernen Kränze, worauf das Mauerwerk der Schachte ruht.

Fig. 13 zeigt einen ſolchen Mauerkranz von oben, Fig. 14 in der Seitenanſicht, von s, Fig. 13, aus, in der Richtung des Pfeiles geſehen. Hier iſt die Linie r, o, r die Projekzion der Schnittfläche der Unterkante des Mauerkranzes mit der Wölbung des Tunnels, die Linie s s aber die wagrechte Oberfläche des Mauerkranzes, auf welcher das Mauerwerk des Schachtes gegründet wird. Fig. 15 iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt durch die Mitte des Mauerkranzes, woraus zugleich die Verbindung der vier Zirkelſegmente unter einander hervorgeht, welche den ganzen Mauerkranz bilden. Fig. 16 zeigt die untere Anſicht des Mauerkranzes und Fig. 17 eine Seitenanſicht deſſelben von T, Fig. 16, aus, in der Richtung des Pfeiles geſehen.

Aus dem Ueberblicke der Figuren 13 — 17 geht hervor daß der ganze Mauerkranz aus vier Theilen zuſammengeſetzt iſt, welche unter ſich gleich und an einer ihrer Seiten nach einem Quadranten ausgeſchnitten ſind, wodurch ſie nach ihrer Zuſammenſetzung einen vollen Kreis bilden. Dieſe Zuſammenſetzung findet mittelſt der angegoſſenen Lappen bei t, Fig. 15, ſtatt, durch welche Schrauben gezogen ſind. Was die einzelnen Theile des Kranzes betrifft, ſo ſind dieſelben keineswegs voll gegoſſen, ſondern ſie bilden eine Art von Kaſten, denen eine, und zwar die nach innen gewendete Wand fehlt, wie dieß, nebſt den verſchiedenen Wandſtärken, aus Fig. 15 klar hervorgeht. Fig. 13 zeigt die Anſicht der oberen, Fig. 16 aber die Projekzion der unteren Wandfläche.

Was die Verbindung des Mauerkranzes mit dem Gewölbemauerwerke betrifft, ſo hat man auch hier, ſo viel als möglich, oder vielmehr ganz und gar das Zerſchlagen der Gewölbeziegel vermieden, um auch auf die-

Digitized by Google

ſem höchſt wichtigen Punkte die größtmöglichſte Solidität des Mauerwerkes zu erzielen. Man hat nämlich zuvor den Anſchluß der verſchiedenen laufenden Mauerſteinſchichten gegen die runde Form des Kranzes entwickelt und nun von jeder Wölbeſchicht ſo viel fortgenommen, als nöthig war, um bis auf den ganz regelmäßigen Verband der Steine unter ſich zu kommen. Die dadurch entſtehenden Lücken ſind durch, gleich an den Mauerkranz mit angegoſſene Verzahnungen (Verſchmatzungen) ausgefüllt, ſo daß dadurch die Form, wie ſie die Figuren 13 — 17 zeigen, entſtanden und eine höchſt vollkommene und ſolide Verbindung des Gußeiſens mit der Gewölbemauer bewirkt worden iſt. Fig. 13 zeigt bei u die obere Anſicht dieſes Anſchluſſes, Fig. 17 aber bei v einen Durchſchnitt durch das der Länge nach zunächſt liegende Mauerwerk, wobei zugleich die Fugen der hinteren Schicht, welche durch die Kanten der gußeiſernen Verzahnungen gebildet werden, durch punktirte Linien angedeutet ſind. Daß übrigens die Seitenflächen des Mauerkranzes, welche mit dem Gewölbemauerwerke in Berührung kommen, nach dem Fugenſchnitte gebildet ſind, verſteht ſich von ſelbſt und geht auch zur Genüge aus den Detailanſichten hervor.

Die in Rede ſtehende Anlage der Mündung dieſes Tunnels wurde hier umſtändlicher beſchrieben, da im Allgemeinen alle Tunnel in England mehr oder minder dieſem ähnlich konſtruirt ſind, mindeſtens daſſelbe Prinzip bei allen mit geringer Modifikazion zum Grunde liegt.

Die Vorrichtungen, welche bei der Erbauung dieſes Tunnels angewendet wurden, ſind auf dem Blatte V in den Figuren 1 — 21 abgebildet und beſtehen, der Hauptſache nach, in Folgendem:

Ein großer, 60 Fuß im Durchmeſſer haltender Ventilazionsſchacht, Blatt V, Fig. 1 im Grundriſſe, Fig. 2 im Längendurchſchnitte und Fig. 3 im Querdurchſchnitte vorgeſtellt, wurde von oben begonnen, und die Ausgrabung und Ausmauerung folgendermaßen nach abwärts ausgeführt. Der Grund, in dem gearbeitet wurde, war Thon, und man vollbrachte vor Allem deſſen Ausgrabung auf gewöhnliche Art im ganzen Umgange des Schachtes bis zu jener Tiefe, bei welcher die Mauerung noch ohne Unterſtützung des Erdreiches ausgeführt werden konnte. Die Fortſetzung des Schachtes geſchah durch theilweiſe Unterfangung des Mauerwerkes, indem man an vier oder fünf verſchiedenen Punkten des Schachtumfanges die Ausgrabung bis an die äußere Peripherie des Mauerwerkes vollbrachte und daſelbſt das Mauerwerk in Schichten von 6 bis 8 Fuß Höhe aufführte, währenddem an anderen Stellen die Ausgrabung unterlaſſen und das Erdreich, als Unterſtützung der Mauer, noch ſtehen blieb.

Als dieſe erſte theilweiſe Untermauerung vollbracht war, wurde auch die in den Zwiſchenräumen ſtehengebliebene Erde ausgegraben und die Ausmauerung daſelbſt ebenfalls in der Höhe von 6 bis 8 Fuß nachgeholt, ſo daß dadurch wieder der ganze Umfang des Schachtmauerwerkes geſchloſſen ward.

Um das ausgegrabene Erdreich fortzubringen und das Baumaterial der Arbeitsſtelle zuzuführen, wurde eine durch eine Dampfmaſchine betriebene Aufzugsvorrichtung und Hilfseiſenbahnen angewendet.

In den Figuren 1, 2 und 3 iſt ſowohl der Schacht, als die Aufzugsvorrichtung dargeſtellt.

Mit dem Balancier a einer Dampfmaſchine iſt durch einen Krummzapfen b ein Schwungrad c, an deſſen Axe ein Getriebe d aufgezogen iſt, verbunden. Das Getriebe d greift in ein an der zweiten Axe befindliches Stirnrad e. An dieſer Axe ſind auch zwei Trommeln f und g zur Aufnahme des Aufzugſeiles angebracht. Jede dieſer Trommeln beſteht eigentlich nur aus mehreren, vertikal auf der Axe ſtehenden Armen, die einen der Breite des Aufzugſeiles entſprechenden Zwiſchenraum zwiſchen ſich laſſen.

Die Aufzugsſeile ſind keine einfachen, ſondern es ſind deren drei ſo mit einander verbunden, daß ſie zuſammen die Form eines Riemens erhalten, welche Anordnung deßhalb nothwendig war, um beim Aufwinden auf die Trommel ein gleichförmiges Uebereinanderlegen zu bewirken. Die Seile ſind mit den Enden ſo an der Axe der Trommel befeſtiget, daß, wenn das eine ſich abwikkelt, das andere ſich aufrollt, wodurch natürlich auch immer von den zweiten Enden das eine ſteigt, während das andere hinabgeht.

Der Riemen der Trommel f geht über eine an dem hölzernen Geſtelle A aufgehängte Frikzionsrolle h und über eine zweite an dem Geſtelle B befeſtigte Leitrolle i abwärts und kann mit dem Wagen k verbunden werden.

Der Riemen der Trommel g geht über die am Geſtelle A aufgehangten und befeſtigten Rollen l und m, von letzterer abwärts und kann mit dem Wagen n verbunden werden.

Digitized by Google

Dadurch, daß, während ein Riemenende ſteigt, das andere ſich in dem Schachte abwärts bewegt, werden alſo auch abwechſelnd die damit verbundenen Wagen auf- und abbewegt.

Um die auf ſolche Art verkehrenden Wagen auf die, von der Stelle des Aufzuges ausgehenden Eiſenbahnen zu bringen, iſt von jeder das Ende o und p wieder auf einer, jedoch tiefer liegenden, Bahn q und r verſchiebbar.

Iſt der Wagen k im Schachte mit Material angefüllt und ſteht der Wagen n leer, oder iſt er mit Baumaterial verſehen, zum Hinablaſſen bereit, und ſind beide an den gehörigen Riemenenden befeſtigt, ſo zieht man das bewegliche Eiſenbahnſtück o unter dem Wagen n zurück und läßt die Trommel umgehen; n geht nun abwärts und k aufwärts. Die Bewegung wird ſo lange fortgeſetzt, bis k ſich über dem Horizonte der Bahn p, alſo n natürlich ſich an der Sohle des Schachtes befindet; ſodann wird die Bewegung eingeſtellt. Die Bahn p wird unter dem Wagen vorwärts, und nachdem ſie den Wagen ſelbſt auf ihre Spuren genommen, wieder zurück an die Verlängerung der Hauptbahn geſchoben und der Wagen von dort wie gewöhnlich fortbewegt, am gehörigen Orte entleert und nöthigenfalls wieder mit Baumaterialien angefüllt. Nach Zurückkunft dieſes Wagens auf das bewegliche Bahnſtück p wird letzteres wieder unter das Riemenende vorgeſchoben, der Wagen ſelbſt an den Riemen befeſtigt und das bewegliche Bahnſtück wieder zurückgeſchoben. Während dieſer Zeit iſt auch der Wagen n mit Erdmaterial angefüllt und zum Aufziehen in Bereitſchaft geſetzt worden.

Nun werden die Trommeln in umgekehrter Richtung in Bewegung geſetzt und dadurch der Wagen k hinabgelaſſen und n aufgezogen. Unter n wird, ſobald er bis über die Bahnebene aufgezogen iſt, das bewegliche Bahnſtück untergeſchoben, der Wagen auf die Schienen niedergelaſſen und das Ganze zurück an die Verlängerung der Bahn geſchoben, von wo aus der Transport ebenfalls auf gewöhnliche Art vor ſich geht. Auf gleiche Weiſe wurde dieſe Operazion ſtets fortgeſetzt.

Die Riemen wurden gleich Anfangs in der ganzen, für die Tiefe des Schachtes nöthigen Länge angefertigt. Um aber nicht beim Beginne der Arbeit ein zu langes Riemenſtück auf der Trommel überflüſſig aufgewickelt behalten zu müſſen, wodurch in Folge der Zunahme des Durchmeſſers des Aufwickelungszylinders das Moment der Wirkung der Maſchine unnöthiger Weiſe verringert worden wäre, wurde der Anfang der Riemen nicht unmittelbar auf den Trommeln, ſondern auf die Axe neben denſelben bei s befeſtigt und ein ziemliches Riemenſtück dort aufgewickelt. Von dort erſt ging es zwiſchen zwei Armen der Trommel hindurch auf letztere über und wurde daſelbſt von Neuem aufgewickelt.

Ueber kleinen Schachten, durch welche das bei Fortſetzung der Tunnelarbeiten ausgegrabene Material ſowohl, als die Bauſtoffe befördert wurden, waren ebenfalls Aufzugsvorrichtungen aufgeſtellt, die theils durch zunächſt ſtehende Dampfmaſchinen, theils aber auch durch Pferdekräfte in Bewegung geſetzt wurden.

Die Figuren 4, 5 und 6 zeigen eine ſolche Vorrichtung, welche durch Pferde betrieben wurde, und zwar Fig. 4 im Grundriſſe, Fig. 5 in der Längenanſicht und Fig. 6 in der vorderen Anſicht.

An einer vertikalen Axe a ſind zwei aus einem Stücke beſtehende horizontale Hebel b, an welchen die Pferde eingeſpannt werden, und eine Trommel c befindlich, auf die ſich die Aufzugsſeile auf- und von derſelben abwinden ſollen.

Es ſind ferner an dieſer Trommel die Enden zweier Seile ſo befeſtigt, daß bei dem Umdrehen ſich das eine Seil ab- und das andere aufwickelt.

Dieſe Seile gehen jedes über eine Leitungs- und Tragerolle d und e horizontal, ferner über die Rollen f und g abwärts, und es ſind an deren Enden die Kaſten oder Karren, welche zum Aufziehen und Ablaſſen der Materialien beſtimmt ſind, feſtgemacht.

Dadurch, daß ſich bei der Bewegung der Trommel ein Seil auf- und das andere abwickelt, geht nun auch im Schachte abwechſelnd der eine Materialienkaſten auf- und der andere abwärts.

Durch die Figuren 7, 8 und 9 iſt eine ähnliche Vorrichtung, wie ſie bei den Tunnelarbeiten für die Birminghambahn nächſt London geſehen wurde, und zwar in Fig. 7 im Grundriſſe, Fig. 8 in der Längenanſicht und Fig. 9 in der vorderen Anſicht dargeſtellt. Es findet hier nur in der Konſtrukzion des Geſtelles eine Veränderung Statt, auch ſind dabei für jedes Seil nicht nur eine, ſondern 3 Tragrollen in dem Raume, den die Seile horizontal durchlaufen, angebracht.

Der bei Erbauung des Tunnels nächſt Kilsby ausgehobene Thon liefert vortreffliches Material zur Ziegelbereitung.

Digitized by Google

Die Quantität des Ziegelbedarfes war bei dieſem Baue ſehr groß, da die ſämmtlichen Ausmauerungen mit Ziegeln geſchahen, es wurde daher auch deren Bereitung in großer Ausdehnung auf der Bauſtelle ſelbſt betrieben.

Zur Vorbereitung des Thons für die Ziegelbereitung war ebenfalls eine Vorrichtung angelegt, welche durch eine Dampfmaſchine betrieben wurde. Sie iſt in Fig. 10, 11 und 12 im Grundriſſe, der Seiten- und vorderen Anſicht dargeſtellt.

Der Balancier a der Dampfmaſchine bewegt durch einen Krummzapfen b ein Schwungrad c. An deſſen Axe iſt ein Getriebe d angebracht, welches in ein Stirnrad e greift, an deſſen Axe ein gußeiſerner Zylinder f mit einem verzahnten Rade g aufgezogen iſt. Neben dieſem Zylinder bewegt ſich in einer Entfernung von höchſtens 3 Linien ein zweiter, i, dadurch, daß an ſeiner Axe ebenfalls ein Zahnrad h ſich befindet, welches in das Rad g eingreift.

Wurden nun während des Ganges der Dampfmaſchine bei der ſo ſinnreichen Bewegung der zwei Zylinder f und i, über letztere rohe, ziemlich trockene Thonmaſſen aufgeſchüttet, ſo wurden dieſe zwiſchen den Zylindern durchgepreßt und kamen unter denſelben in dünnen, nur locker zuſammenhängenden Plättchen zum Vorſcheine, die ſodann etwas angefeuchtet zum Ziegelſchlagen verwendet werden konnten.

Eben ſo ſah man ein durch eine Dampfmaſchine in Bewegung geſetztes Pumpwerk, welches an einer Stelle des Tunnels, wo man mit der Arbeit auf eine mächtige Schotterlage gekommen war, in der ſehr viel Waſſer aufging, letzteres zu Tage förderte.

In Fig. 13 — 15 iſt die Anordnung dieſer Pumpvorrichtung dargeſtellt, und zwar in Fig. 13 im Grundriſſe, Fig. 14 in der Seitenanſicht und Fig. 15 in der vorderen Anſicht.

Der Balancier a der Dampfmaſchine bewegt durch die Bläuelſtange an dem Krummzapfen b, das Schwungrad c, an deſſen Axe das Getriebe d feſt iſt. Dieſes Getriebe greift in ein Stirnrad e, an deſſen Axe ſich zwei Krummzapfen f und g befinden, durch welche mittelſt der Leitſtangen h und i die einen Enden der Balanciers k und l bewegt werden. Mit den anderen Enden der Balanciers ſind die Stangen m und n der mit Ventilen verſehenen Kolben zum Heben des Waſſers in den Steigröhren o und p, an deren unteren, im Waſſer des Tunnels ſtehenden Enden Saugventile angebracht ſind, verbunden.

Die Krummzapfen f und g ſind ſo gegen einander geſtellt, daß, wenn der Kolben der einen Pumpe den höchſten Stand einnimmt, der der anderen ſich ganz unten befindet, daß alſo eigentlich nur immer eine Pumpe ſchöpft. Von dem oberen Ende der Steigröhren führen die Rinnen q und r das gehobene Waſſer ab.

Auch ſah man die Bewegungskraft einer Dampfmaſchine auf eine 40 Klafter lange Strecke zum Behufe einer Waſſerhebung fortgepflanzt.

Die Figuren 16 und 17 zeigen dieſes Feldgeſtänge in der Seitenanſicht und im Grundriſſe.

Hierbei bewegt der Balancier der Dampfmaſchine den Krummzapfen a, folglich auch das, an derſelben Axe befindliche Schwungrad b und zwei andere Krummzapfen c und d.

Mit Letzteren ſtehen die aus Holzbalken und eiſernen Verbindungsſtücken beſtehenden Geſtänge e und f, die ſich über eiſernen beweglichen Ständern g und h hin- und herſchieben, in Verbindung.

Mit dem Ende der Geſtänge ſind Winkelhaken i und k verbunden, durch welche die Kolbenſtangen l und m der Pumpwerke auf und abbewegt werden.

Auch hier ſind die Krummzapfen c und d ſo angeordnet, daß nur immer eine Pumpe ſchöpft.

Die Figuren 18 und 19, und 20 und 21 dieſes Blattes zeigen Hilfsmittel, deren man ſich bei Erbauung von Schachten an denjenigen Stellen bediente, wo die lockere Beſchaffenheit des Grundes den Vorgang durch theilweiſe Unterfangung erſchwerte oder ganz unmöglich machte.

In Fig. 18 und 19 ſieht man ein aufgemauertes Schachtſtück an ein über deſſen Oeffnung angebrachtes Balkengerippe durch vier eiſerne Stangen aufgehängt. Indem man nämlich mit der durch Unterfangung fortgeſetzten Ausmauerung bis zur Tiefe A gelangt war und dort lockeren Grund auffand, der fürchten ließ, daß das Schachtmauerwerk ſinke, wurde ein hölzerner Roſt a angeordnet, welcher mit einem über die Oeffnung des Schachtes gelegten Holzgerippe durch, aus mehreren Stücken beſtehende eiſerne Stangen verbunden wurde.

Nachdem das bereits fertige Mauerwerk auf dieſe Art aufgehängt war, wurde die Ausgrabung und Unterfangung fortgeſetzt, und in einer der Beſchaffenheit des Grundes angemeſſenen Tiefe, abwechſelnd ein Roſt über das Mauerwerk gelegt und die eiſernen Stangen

Digitized by Google

bis zu jenem Roſte verlängert, um wieder die ganze Maſſe des bis dahin vollendeten Mauerwerkes zuſammen zu halten. So wurde fortgefahren, bis man wieder an feſten Grund gelangte und dieſe Maßregel nicht mehr nothwendig war.

Bei noch ſchlechterer Beſchaffenheit des Grundes bediente man ſich bei Schachten, die blos proviſoriſch für die Arbeiten des Tunnelbaues eröffnet waren und nach Vollendung derſelben wieder verſchüttet werden ſollten, ſogar hölzerner Raumeinfaſſungen, wie ſolche in den Figuren 20 und 21 dargeſtellt ſind.

Man verfertigte nämlich Holzkränze aus kreisförmig aus- und umſchnittenen Bohlenſtücken und nagelte über die äußere Peripherie derſelben Bohlenwände auf, wodurch ein hohler Zylinder gebildet wurde.

Dieſen Zylinder ſtellte man über dem Orte, wo der Schacht ausgeführt werden ſollte, auf, und grub innerhalb und unter den Wänden deſſelben das Erdreich aus, wonach er ſich, theils durch ſein eigenes, theils durch aufgelegtes Gewicht, nach Maßgabe des Vorwärtsſchreitens der Ausgrabung, einſenkte und die Wände der letzteren ſtützte.

War ein ſolcher Zylinder bereits ganz eingeſenkt und dauerte die lockere Beſchaffenheit des Grundes noch fort, ſo wurde ein zweiter auf den erſten aufgeſtellt und die Arbeit wie zuvor fortgeſetzt, bis man einen, einem anderen Arbeitsgange entſprechenden Baugrund fand.

Eine Bauſtelle wie die des Tunnels nächſt Kilsby, bildet, ſo zu ſagen, eine Muſterkarte von Hilfsmitteln bei Bauführungen dar, deren Anwendung die Art des Baugegenſtandes bedingt. Insbeſondere hat man hier mit der Menſchen- und Thierkraft gegeizt, da wohl bei 15 Dampfmaſchinen auf der Ausdehnung des Tunnels von 1200 Klafter aufgeſtellt und beſchäftigt waren. Ohnehin ſieht man beim Bau eines Tunnels an der Oberfläche des Terrains wenig Spuren großer Thätigkeit, da jene Arbeiten, die unſichtbar unter der Erde vorgenommen werden müſſen, bei weitem den größten Theil ausmachen, indem ſich die auf der Oberfläche vorzunehmenden einzig und allein auf die Beförderung der Materialien, die man ſich im unbeſchränkten Raume auf vielfache Weiſe erleichtern kann, reduziren. Sieht man außerdem die, in kurzen Abſtänden hinter einander aufgeſtellten Dampfmaſchinen in emſigſter Thätigkeit, ſo ſcheint es, als könne man zur Ausführung ſo großer Unternehmungen der Menſchen- und Thierkräfte ganz entbehren und Alles mit der Kraft des Waſſerdampfes ausrichten; allein ganz anders erſcheint der Gegenſtand, ſobald man ſich durch einen 130 Fuß tiefen Schacht in einen Tunnelraum begibt, an deſſen Erweiterung gearbeitet wird; hier ſieht man, in welch großer Maſſe dennoch ſowohl die Kraft als die Geſchicklichkeit des Menſchen in Anſpruch genommen wird.

Der Tunnel nächſt Kilsby war auf 1½ Million Gulden C. M. angeſchlagen, während des Baues jedoch wurde vermuthet, daß zu deſſen Vollendung dieſe Summe beiweitem nicht zureichen und ſich wenigſtens auf 4000000 Gulden erhöhen würde.

Darſtellung des Vorganges bei Erbauung des Tunnels unter der Themſe.

(Hiezu Blatt VI)

Die Figuren 1 bis 8 auf Blatt VI enthalten Einiges über den, zur Verbindung der Londoner Stadttheile Rotherhite und Wapping unter der Themſe durch, eben noch in der Ausführung begriffenen, ſo berühmten Tunnel.

Die am linken und rechten Ufer der Themſe liegenden Stadttheile von London ſind zwar ſchon durch ſechs Brücken, wovon vier aus Stein und zwei aus Gußeiſen konſtruirt ſind, mit einander in Verbindung geſetzt, allein der lebhafte Verkehr, der auch zwiſchen den genannten Stadttheilen Rotherhite und Wapping, oder einerſeits den London-Docks und andererſeits dem ſehr beſuchten Quartier von Greenwich, Statt findet, hatte ſchon ſeit langer Zeit das Bedürfniß einer ununterbrochenen Kommunikazion für Fußgänger und Fuhrwerke, auch für dieſe Stadttheile fühlbar gemacht.

Der Ausführung eines ſolchen Unternehmens hatte ſich ſtets der erſchwerende Umſtand entgegengeſtellt, daß der eigentliche Seehafen von London ſich bis zur London-Brücke erſtreckt, und ſowohl die London- als Katharinen-Docks ſich oberhalb der Stelle befinden, wo ein Uebergang über die Themſe als nothwendig erkannt wurde, wie aus dem auf dem beiliegenden Blatte befindlichen Plane zu erſehen iſt. Ein ſolcher Uebergang hätte alſo

Digitized by Google

dort nothwendig ſo hoch gelegt werden müſſen, daß die größten Seeſchiffe zur Durchfahrt Raum genug gefunden hätten, oder es hätte ein Theil der Brücke zum Oeffnen vorgerichtet werden müſſen.

Die Anlegung einer Brückenbahn in der Höhe, wie ſie die Durchfahrt der Seeſchiffe bedingte, hatten die engliſchen Ingenieurs wegen der Ausführung der hiezu nothwendigen Auffahrten für eben ſo ſchwierig, als die Anlegung einer zum Oeffnen vorgerichteten Brücke, da durch ſolche täglich eine ſehr große Zahl Schiffe paſſiren mußte, für unzukömmlich gehalten. — Sie griffen daher die Idee auf, eine Verbindungsſtraße unter der Sohle der Themſe hindurch anzulegen.

Der erſte Verſuch eines derartigen Unternehmens wurde im Jahre 1808 gemacht. In Figur 2, Blatt VI, iſt bei A das Profil des bereits auf einige hundert Fuß vollendet geweſenen Ganges dargeſtellt.

Die Urſache, daß dieſer Gang nicht ganz hindurch geführt wurde, war ein erfolgter Einbruch der Themſe, der das ganze Werk unter Waſſer ſetzte und das Vorhaben vereitelte, da man ſich nicht die Mittel zu verſchaffen wußte, die Bauſtelle wieder trocken zu legen und zur Fortſetzung der Arbeit geeignet zu machen.

Im Jahre 1825 wurde die Herſtellung einer unterirdiſchen Kommunikazion unter der Themſe abermals zur Sprache gebracht, indem der Ingenieur Brunel einen die Erreichung des Zweckes verſprechenden Plan vorlegte. Das immer fühlbarer werdende Bedürfniß und die anerkannte und bewährte Geſchicklichkeit und Erfahrung des Proponenten, vermochten ſehr bald eine Geſellſchaft zu vereinigen, welche die nöthigen Geldmittel herbeiſchaffte, um das Unternehmen zur Ausführung bringen zu können.

In Fig. 2 iſt bei B das Profil, welches Brunel urſprünglich in Antrag brachte, bei C dasjenige, welches nachher, alſo mit größeren Dimenſionen, wirklich zur Ausführung kam, dargeſtellt.

Das bei C über dem Profile des Mauerwerkes mit abcd bezeichnete Viereck gibt die Höhe und Breite des Hauſes der Gemeinen an, zur Vergleichung der Raumdimenſion jenes Gebäudes mit dem neuen großartigen Bauwerke.

Zwei, durch Arkaden getrennte, 1300 Fuß lange, 15 Fuß hohe und 12 Fuß breite Galerien, ſollten von beiden Ufern gegen die Mitte, als die niedrigſte, beim Ebbeſtande $12\frac{1}{2}$ Fuß tiefe Stelle des Fluſſes geführt werden. Von dieſer tiefſten Stelle bis zum Anfange des Mauerwerkes ſollten noch 14 Fuß ſein, und die Bogengänge ein Gefälle von beiläufig $2\frac{1}{4}$ Prozent erhalten. Der beigelegte Situazionsplan zeigt die Stelle und Richtung, in welcher der Tunnel unter der Themſe, durch welchen ſowohl Fußgänger als Fuhrwerke jeder Art paſſiren können, ausgeführt werden ſoll.

Um von dem Horizonte des natürlichen Terrains bis zu den an den Ufern auf 65 Fuß Tiefe anzulegenden Galerien gelangen zu können, ſollen an jeder Seite des Fluſſes zwei Schachte, einer mit 50, der andere mit 160 Fuß Durchmeſſer angelegt und in erſterem eine ſchneckenförmige Treppe, im anderen aber eine ebenfalls ſchneckenförmige Straße, deren Steigung nicht 4 Prozent überſteigen wird, hergeſtellt werden.

Als Referent den Bau beſuchte, war bereits der 50 Fuß weite Schacht am rechten Ufer, ſo wie eine über 700 Fuß lange Strecke des Tunnels fertig.

Bei Erbauung des Schachtes geſtattete die lockere Beſchaffenheit des Grundes nicht, mit einfacher Ausgrabung und Ausmauerung vorgehen zu können, ſondern es mußte die Methode des Verſenkens angewendet werden. Die Figuren 6 und 7 verſinnlichen die Art, wie man bei Ausführung des bereits fertigen 50 Fuß weiten Schachtes verfuhr.

Es wurde nämlich an der Stelle, wo der Schacht zu ſtehen kommen ſollte, ein, mit ſtarken gußeiſernen Schuhen verſehener, drei Fuß breiter Roſtkranz a einige Fuß tief in die Erde eingelaſſen und darüber ein 40 Fuß hoher Thurm mit 3 Fuß ſtarken Wänden erbaut.

Hiezu hatte man mit dem Roſte und deſſen Beſchuhung ſtarke eiſerne Stangen, deren einige in Fig. 6 und 7 mit b bezeichnet ſind, verbunden, die ebenfalls 40 Fuß Länge hatten, und dazu dienten, das über dem Roſtkranze aufgeführte Mauerwerk in einer unzertrennlichen Maſſe beiſammen zu halten, zu welchem Ende über das vollendete Mauerwerk ebenfalls wieder ein hölzerner Kranz c, durch den die eiſernen Stangen mit ihren Schraubenenden reichten, aufgelegt und das Ganze ſorgfältig verſchraubt wurde.

Schon während des Vorrückens der Aufmauerung wurden an die eiſernen Stangen einige Ringe von Holz, d, deren Breite gleich der Dicke des Mauerwerkes war, angeſteckt und über dieſen die Mauerung fortgeſetzt, theils um dadurch eine Lehre für das Mauerwerk zu haben,

Digitized by Google

theils aber, um beim Zuſammenſchrauben der Maſſe eine mehr elaſtiſche Spannung zu erhalten.

Bei dieſem 40 Fuß hohen Thurme wurde eine Dampfmaſchine aufgeſtellt, die den Zweck hatte, das innerhalb des Thurmes und des Schachtmauerwerkes ausgegrabene Erdmaterial aufzuziehen und das etwa aufgehende Waſſer auszupumpen, um es von oben ab weiter fortſchaffen zu können.

Indem nach vollendeter Aufmauerung und Verſchraubung des Thurmes nach und nach die Sohle des Raumes, den das auf dem Roſte aufgeführte Mauerwerk einſchloß, durch Ausgrabung vertieft und zugleich das unmittelbar unter dem Roſte zwiſchen den Abtheilungen der eiſernen Schuhe ſich befindende Material möglichſt gleichförmig weggeſchafft wurde, ſenkte ſich der Schacht durch ſein eigenes Gewicht, nach Maßgabe der vorgenommenen Ausgrabung, in die Erde.

Als der 40 Fuß hohe Schacht ganz verſenkt war, gelangte man auf eine feſte Thonlage. Das Mauerwerk wurde nun noch um 25 Fuß erhöht und die Verſenkung ſodann bis auf 65 Fuß vorgenommen, ſo daß man damit den Horizont der Sohle der anzulegenden Galerien erreichte.

Hier wurde nun, in der Mitte des fertigen Schachtes noch ein kleinerer, 25 Fuß im Durchmeſſer haltender und 20 Fuß hoher Schacht verſenkt, welcher die Beſtimmung hat, das, ſowohl während der Arbeit, als auch nach Vollendung des ganzen Werkes, ſich etwa noch ſammelnde Waſſer aufzunehmen, damit es von dort aus durch Pumpwerke weggeſchafft werden könne.

Als auch dieſe Arbeit vollbracht war, wurde nach der Richtung, welche die Galerien erhalten ſollten, das Schachtmauerwerk in der Ausdehnung, welche das die Galerien umgebende Mauerwerk einnehmen ſollte, durchbrochen, und in dieſe Oeffnung der zur Stützung der Wände des auszugrabenden Stollens, in dem die Galerien erbaut werden ſollen, angeordnete, 38 Fuß breite und 22 Fuß hohe, gußeiſerne Schild aufgeſtellt.

Ohne in die einzelnen Details dieſer merkwürdigen Maſchinerie, welche in den mechaniſchen Ateliers des berühmten Ingenieurs Rennie verfertigt wurde, einzugehen, wird hier nur der Gebrauch derſelben näher beleuchtet werden, woraus zugleich ihre höchſt ſinnreiche Zuſammenſetzung und ihr Zweck deutlicher hervorgehen wird. — Vor Allem muß bemerkt werden, daß Brunel anfänglich einen andern, als den gegenwärtig in Anwendung ſtehenden Schild gebraucht hatte, welcher jedoch ſeinem Zwecke nicht vollkommen entſprach. Es war aber äußerſt ſchwierig, ja ſehr gewagt, den alten Schild wegzunehmen, um den neuen einzuſetzen; allein von dem Erfolge dieſer Operazion hing das Schickſal des Tunnels ab. — Sie wurde im Jahre 1834 glücklich vollbracht, und nun ſteht der Vollendung des Tunnels, ſo viel man vorausſehen kann, nichts mehr entgegen, ſobald es nämlich weder an Ausdauer in der Arbeit, noch an den nöthigen Geldmitteln fehlen wird.

Zur Erklärung der Art und Weiſe, wie die Arbeit fortſchreitet, dient die Fig. 5, welche einen Längendurchſchnitt des Tunnels darſtellt. a b ſei der bereits hergeſtellte Theil; die weiter fortgeführte Ausgrabung, wo jedoch noch keine Ausmauerung Statt findet, wurde in der genannten Figur mit d und t bezeichnet.

Dieſe Ausgrabung wird nun von allen Seiten mittelſt der gußeiſernen Platten c d und e t, Fig. 5, geſtützt, welche in der Mitte höher als an den Seiten ſind und mit ihren dünneren Enden c und e an allen Seiten um 10 Zoll über das bereits hergeſtellte Gewölbe übergreifen. Zur Unterſtützung dieſer Platten dienen die in kleinem Zwiſchenraume von einander geſtellten, vertikalen eiſernen Säulen g h, i k, welche durch die horizontalen eiſernen Balken ll, ll in gleicher Entfernung von einander feſtgehalten werden. Vorne iſt die Ausgrabung durch die Hölzer m, m, m, m verbölzt, deren in Fig. 5 erſichtlicher Querſchnitt 8 und 10 Zoll im Quadrate beträgt, von denen aber jedes nur 3 Fuß Länge hat, ſo daß die ganze vordere Wand der Ausgrabung durch ſolche kurze, an einander gelegte Balkenſtücke verſchalt erſcheint.

Jedes Stück Holz erhält nun ſeine Unterſtützung durch die ſchief angebrachten eiſernen Streben n, n, n, n welche mit einem Ende an die Hölzer, mit dem andern aber an die Säulen i k ſich ſtemmen. Um dem Drucke dieſer Streben gegen die genannten Säulen zu begegnen, ſind ſowohl oben als unten mehrere große horizontale Streben o, o angebracht, welche an dem Mauerwerke des ſchon gebauten Tunnels bei b, b einen feſten Stützpunkt finden. — Sowohl die kleineren Streben n, n, n, n, als die großen o, o ſind ſo konſtruirt, daß ſelbe verkürzt oder verlängert werden können. Sie beſtehen nämlich aus drei in einander geſchobenen Theilen, welche mit Schraubengewinden ſo verſehen ſind, daß das Mittelſtück an ſeinen beiden entgegengeſetzten

Digitized by Google

Seiten eine rechts und eine links geſchnittene Schraube hat, welche in die Muttern paſſen, die in den Endſtücken enthalten ſind, ſo daß bei einer Umdrehung des Mittelſtückes die beiden Seitentheile nach außen geſchoben oder zuſammengezogen, dieſe Streben alſo, wie geſagt, verkürzt oder verlängert werden können. Die eiſernen Platten c d und e f mit den zwiſchen denſelben befeſtigten Verbindungsſäulen i k, g h nennt Brunel nun den Schild und macht davon folgende weitere Anwendung. Will man nämlich mit dem Baue weiter vorrücken, ſo wird eine der Streben n losgemacht und das korreſpondirende Holzſtück m weggenommen, wie z. B. bei n', m' zu ſehen iſt. Man nimmt nun hinter m' nur ein wenig Erde fort, ſetzt dann ſogleich das weggenommene Holzſtück wieder ein und unterſtützt oder preßt es gegen die Erdwand durch die korreſpondirende Strebe n'. Auf die nämliche Art werden mehrere von den Verbölzungsſtücken weggenommen und nach Abraume von etwas Erdreich wieder eingeſetzt. Durch dieſe theilweiſe und mit vieler Vorſicht angeſtellte Wegnahme von Füllerde wird das Erdreich hinter der Verbölzung nach und nach weniger dicht, ſo daß die Filtrazionen ſich vermehren, ja daß bisweilen durch den ungeheueren Druck der darauf ſtehenden 40 Fuß hohen Waſſerſäule Sand und Schlamm durch die Fugen der Verbölzung getrieben wird. Die Streben n, n, n, n ꝛc. drücken zwar die einzelnen Hölzer gegen das Erdreich zu, ſie können aber das Erdreich nicht wieder verdichten, ſind auch nicht dazu beſtimmt, indem im Gegentheile ihr Zweck eigentlich ein entgegengeſetzter iſt. Sie ſollen nämlich das Mittel an die Hand geben, dieſes Erdreich nach und nach ausweichen zu machen. Zur Wiederverdichtung deſſelben aber, welche zur rechten Zeit vorgenommen werden muß, um Einbrüche zu verhindern, dienen die Hauptſtreben o, welche, wie geſagt, eine feſte Stütze an dem ſchon vollendeten Mauerwerke des Tunnels finden. Dieſe Stützen nämlich haben eine ähnliche Einrichtnng wie die Stützen n, und zur Bewegung der Mittelſtücke ſind die Hebel x angebracht. Bewegt man nun dieſe Hebel, ſo wird die Umdrehung der Schraubengewinde bewirkt, wodurch die Streben verlängert werden und eine gewaltige Preſſung gegen das ganze Schild ausüben müſſen. Durch dieſe Preſſung und reſpektive Fortſchiebung des Schildes werden aber auch die Streben n, n, n ꝛc. gegen die Hölzer m, m, m ꝛc. gedrückt, und ſonach auch das hinter dieſen Hölzern erweichte Erdreich zuſammengepreßt. Auf dieſe Art wird alſo dieſe Maſſe wieder verdichtet, die Filtrazionen nehmen nach und nach ab, und es wird ſodann nöthig, neuerdings auf die benannte Art wieder etwas Erdreich hinter den Hölzern m wegzunehmen und das Schild durch die Streben o, o, die beim Nachtreiben abwechſelnd wirken, nochmals vorwärts zu bewegen. Da durch das Fortſchreiten des Schildes auch die Platten c d und e f mit fortgezogen werden, ſo geſchieht es, daß dieſelben immer weniger über das Gewölbe bei c und e übergreifen. Die Auflage dieſer Platten nun iſt, wie früher geſagt, urſprünglich 10 Zoll und wird auf die beſagte Art bis auf 4 Zoll vermindert, wodurch alſo ein Raum von 6 Zoll zwiſchen dem Schilde und dem fertigen Mauerwerke des Tunnels im ganzen Umfange der Platten gewonnen wird, welcher ſogleich zur Fortſetzung des Mauerwerkes der Galerien benutzt wird. Nach Vollendung dieſer 6 Zoll Mauerwerk greifen die Platten wieder, wie früher, 10 Zoll über daſſelbe, bis man wieder ein weiteres Fortſchreiten des Schildes und hierauf eine Nachmauerung möglich macht. Fig. 4 zeigt die Anſicht des Schildes, wo gleiche Buchſtaben auch gleiche Theile bezeichnen. Auf dieſe höchſt vorſichtige und mühſame, gewiß aber ſinnreiche und jede mögliche Sicherheit gewährende Art wird mit dem Tunnelbau fortgeſchritten und dem ungeheueren Drucke des Waſſers von allen Seiten kräftiger Widerſtand geleiſtet.— Man ſieht jedoch, daß eine Unvorſichtigkeit bei der Wegnahme der Hölzer oder die plötzliche Erſcheinung flüchtiger Sandſchichten allerdings Einbrüche verurſachen können, daß dieſe aber nicht von Bedeutung ſein werden, indem die ganze Maſchinerie nicht ausweichen kann, und wenn die entſtandenen Lücken mittelſt im Flußbette verſenkter, mit Thon gefüllter Säcke, verſtopft wurden, das Waſſer ausgepumpt und die Arbeit weiter fortgeſetzt werden kann. — Eine beſondere Vorrichtung an dieſem Schilde verdient einer weiteren Erwähnung. Es iſt nämlich begreiflich, daß die Beſchaffenheit des Terrains nicht überall gleich ſein kann, und daß alſo auch die Filtrazionen an einigen Stellen kleiner, an anderen wieder ſtärker ſein müſſen. Um den üblen Folgen davon vorzubeugen und zugleich im Stande zu ſein, dort, wo das Erdreich noch feſt iſt und das Vorſchieben des Schildes verhindert, daſſelbe mittelſt einer beſondern Abgrabung nachgiebig zu machen, alſo das Schild an dieſe Stelle langſamer bewegen zu können, ſind die

Digitized by Google

einzelnen Fächer des Schildes, ſiehe Fig. 4, nicht unverrückbar, ſondern mittelſt Gelenken ſo mit einander verbunden, daß jedes einzelne Feld, wie A, B, C, D, durch Schraubengewinde einzeln und für ſich etwas vorgeſchoben werden kann, wodurch auch die Streben n, n, n, einzelner Abtheilungen in Fig. 5, für ſich abgeſondert, gegen die Stellen, wo die Filtrazionen ſich am ſtärkſten zeigen, gepreßt werden können. Dieſe Anordnung komplizirt die Konſtrukzion des Schildes zwar außerordentlich, zeigt aber den großen praktiſchen Geiſt des Ingenieurs Brunel und die vortreffliche Zuſammenſetzung des ganzen Schildes, welche auch parzielle, proviſoriſche Bewegungen ſeiner einzelnen Beſtandtheile erlaubt, ohne daß dadurch die Feſtigkeit des Ganzen im mindeſten geſchwächt würde.

Noch muß erwähnt werden, daß dort, wo die Filtrazionen am ſtärkſten ſich zeigen, kleine eiſerne Röhren in den Fugen zwiſchen die Hölzer m, m ꝛc. Fig. 5, eingelegt werden, welche dazu dienen, dieſen Filtrazionen mehr Luft zu geben, und zugleich zu unterſuchen, ob das Waſſer rein oder mit Sand und Schlamm vermiſcht iſt. Zugleich werden dieſe Röhren zeigen, wo noch irgend eine größere Preſſung nöthig iſt, um das zu weiche Terrain zu verdichten. — Auch dienen dieſe Waſſerſtrahlen, um, ſammt dem Waſſer, Luft in den Tunnel zu befördern, und man hat dadurch bis jetzt die Ventilazion ohne künſtliche Vorrichtungen bewirkt.

Uebrigens iſt Brunel, von ſeiner Wohnung aus, immer im Stande, die Menge des, durch die Dampfmaſchine beförderten Filtrazionswaſſers zu kontrolliren, indem er durch einen Waſſermeſſer, wie dieſelben bei Waſſerleitungen im Gebrauche ſind, und durch ein Waſſerrad, das einen Zeiger in Bewegung ſetzt, und bei welchem ein eigener Beobachter angeſtellt iſt, immer im Stande iſt, zu beurtheilen, ob etwa die Filtrazionen zu ſtark werden, überhaupt ſich ſogleich von dem Stande der Sachen im Tunnel zu überzeugen, um allenfalls das Nöthige anzuordnen.

Um die Arbeiten der Maurer ſchnell zu betreiben und das ausgegrabene Material wegzuſchaffen, iſt in dem bereits fertigen Tunnelraume ein Gerüſt N, Fig. 5, aufgeſtellt, welches mit dem Fortſchreiten des Tunnels auch fortgeſchoben wird.

Die Durchbrechung der mittleren Scheidewand der Galerieräume Q, Fig. 3 und 5, ſo wie die Dekorirung der Pfeiler ꝛc. wird erſt, nachdem die Mauerung auf eine Länge von 60 bis 80 Fuß vorgeſchritten iſt, vorgenommen. Die vorzügliche Beſchaffenheit des bei dieſem Baue zur Verbindung der vortrefflichen Ziegel verwendeten Roman-Zementes, der aus blauem Thon und ungelöſchtem Kalk, in Pulverform gemengt, beſteht, machten es möglich, den vom Ingenieur Brunel für die Maurerarbeiten angeordneten Vorgang in Ausführung zu bringen. Ohne dieſen Mörtel würde es ſchwerlich gelungen ſein, die Mauerung in gar ſo kleinen Partien zu bewerkſtelligen. Eben ſo wenig würde ein anderes Mauerwerk bei dem periodiſchen Wechſel der Höhe des über dem Tunnel befindlichen Themſewaſſerſtandes, welcher durch Ebbe und Flut wechſelweiſe um 20 Fuß verändert wird, und bei dem Drucke, welcher dadurch auf das noch neue Mauerwerk hervorgebracht wird, das Durchdringen deſſelben ſo verhindert haben, wie es bei dem ausgeführten Theile der Fall iſt, obgleich dennoch bei dem rohen Mauerwerke noch hier und da Waſſer durchtropft.

Zur Beſeitigung dieſes Uebelſtandes ſah man an Stellen, wo Waſſer zum Vorſchein kam, in die innere Fläche des Mauerwerkes nach dem ganzen Profile der Galerieräume, in Entfernungen von Fuß zu Fuß, Einſchnitte von einem Zoll Breite und Tiefe, wie Fig. 8 zeigt, gemacht, über die dann wieder, nach der ganzen Fläche des Mauerwerkes, $1/2$ Zoll dicke Ziegelplatten mit Hilfe des ſchon genannten Mörtels ſehr haltbar angeklebt wurden.

In den dadurch gebildeten kleinen Kanälen ſammelt ſich nun das durchſickernde Waſſer und fließt in denſelben bis zur Tunnel-Sohle, wo es die angebrachten großen Waſſerableitungs-Röhren aufnehmen und unter die Pumpwerke führen.

Die auf dieſe Art vollendet hergeſtellte und mit Verputz verſehene Strecke war vollkommen trocken, und man konnte nirgend naſſe Stellen wahrnehmen.

Indeſſen muß bemerkt werden, daß ſeit dem Beginnen des Tunnelbaues in den Wänden noch nie ein, auch nur kleiner Durchbruch Statt fand, und daß das Schwitzen, welches gleich nach der Herſtellung des Mauerwerkes etwas bedeutend iſt, in wenigen Tagen darauf ſich vermindert und zuletzt ganz unbedeutend wird. Dieß gewährt dem Beobachter die Beruhigung, daß bei dem ſonſt ſo maſſiven und ſehr fleißigen Bau ein Widerſtand gegen den ungeheuren Druck des Waſſers nicht mangeln werde.

Digitized by Google

Die Arbeit rückt täglich, unter günſtigen Umſtänden, 6 Zoll vor, wozu ſtets 200 Arbeiter, nämlich 100 bei Tage und 100 zur Nachtzeit, verwendet werden.

Aus Figur 3 erſieht man die Lagerungen der Ziegelſteine und daß man auch hier, wie in England überhaupt, bei allen großen Wölbungen, die Gewölbeſteine in unverbundenen, konzentriſchen Schaaren über einander vermauert hat. Auch ſieht man, daß die Widerlager und das Sohlenmauerwerk gewölbartig und auf dieſelbe Weiſe aufgemauert ſind.

Verſchiedene Unfälle, welche das Unternehmen betrafen, namentlich die Einbrüche des Waſſers in den Arbeitsraum, verurſachten einige Verzögerung im Fortſchreiten der Arbeiten; indeſſen iſt es dem beharrlichen Wirken des Ingenieurs Brunel und dem Vertrauen welches ſich derſelbe dadurch, man kann ſagen, bei der ganzen engliſchen Nazion erworben hat, zu verdanken, daß die Erreichung des Zweckes bis jetzt noch ernſtlich verfolgt wird.

Als ſich nach dem, zuerſt im Jahre 1827 erfolgten Durchbruche des Waſſers, über die Möglichkeit der Fortſetzung und Vollführung des Unternehmens große Zweifel erhoben, gelang es dem Ingenieur Brunel, durch den günſtigen Erfolg der angewendeten Mittel zur Verſtopfung des Durchbruches, und durch die Anwendung des verbeſſerten Schildes, alsbald wieder neues Vertrauen zu erwecken, welches insbeſondere dadurch erhöht wurde, daß Brunel auf den, für die Beendigung des Tunnels ausgeſetzten Preis von 100000 Gulden, zu Gunſten des Fonds für die Fortſetzung der Arbeit verzichtete.

Welches Intereſſe dieſes Bauwerk unter allen Nazionen der Welt rege gemacht hat, iſt aus dem, auf der Bauſtelle zur Einſchreibung für die Beſuchenden bereit liegenden, aus einem großen Folianten beſtehenden und mit Namen aus allen Welttheilen beinahe angefüllten Gedenkbuche zu entnehmen. Indeſſen wird es nur ſelten geſtattet, die Arbeit, dort wo das Schild aufgeſtellt iſt, zu ſehen und ohne beſondere Bekanntſchaft mit dem Ingenieur Brunel, welcher dann den Fremden ſelbſt begleitet, iſt es nicht möglich, bis zum Schilde zu gelangen.

Uebrigens wird Jedem die Bewilligung zum Eintritt in den fertigen Tunnel gegen Bezahlung von einem Shilling (engl.) gegeben und ſo jährlich gegen 80000 fl. gewonnen, welche für den Tunnelbau verwendet werden.

Digitized by Google

Ueber Waſſerleitungen.

Es gibt für eine Stadt kaum ein größeres Bedürfniß als gutes und trinkbares Waſſer, ſowohl in Rückſicht auf Reinlichkeit und Geſundheit, als auch in Bezug auf Gewerbe und Induſtrie; und dennoch ſind nur wenige, beſonders große Städte ſo glücklich gelegen, daß ſie leicht mit einer hinreichenden Menge Trinkwaſſers ſich verſehen könnten. Da aber die künſtliche Herbeiſchaffung des Waſſers in techniſcher Hinſicht eine ſchwierige, und in ökonomiſcher eine koſtſpielige Aufgabe iſt, ſo wird man meiſtens gezwungen, ſich auf die Quantität zu beſchränken, womit noch auszukommen möglich iſt.

Es iſt allerdings richtig, daß eine Stadt nie zuviel Trinkwaſſer erhalten könne, und daß dasſelbe nie zu karg zugemeſſen ſein dürfe, ſo wie auch, daß, ſobald die Möglichkeit einer Zuleitung erwieſen iſt, das Verlangen nach Waſſer, wie die Erfahrung lehrt, immer größer werde; aber es iſt zu bedenken, daß die Errichtungs- und Erhaltungskoſten einer künſtlichen Waſſerleitung, beſonders bei Anwendung von Maſchinen, ſehr bedeutend ſind.

Das Waſſerquantum zur Befriedigung einer Bevölkerung kann übrigens ſehr verſchieden ſein. In London z. B. werden auf eine Perſon täglich $1\frac{2}{5}$ Eimer, in Mancheſter $\frac{3}{5}$, in Liverpool $\frac{1}{2}$ Eimer, in Glasgow $1\frac{2}{5}$ Eimer, in Greenock 1 Eimer, in Edinburg $1\frac{1}{10}$, in Paris $\frac{2}{5}$ ꝛc. gerechnet.

Was England betrifft, ſo muß bemerkt werden, daß die meiſten der genannten Städte das Waſſer ausſchließlich aus den Waſſerleitungen beziehen, daß ſie keine Brunnen haben, und daß das Waſſer zum Waſchen und zum Beſpritzen der Gaſſen mitbegriffen iſt, endlich, daß, wie bekannt, die Engländer im Verbrauche des Waſſers für die Haushaltung alle andern Nazionen, die Holländer ausgenommen, übertreffen.

Aus der Zuſammenſtellung des täglichen Waſſerbedarfes von andern großen Städten des Kontinentes, z. B. von Augsburg, Frankfurt am Main, München, Prag, Brünn, Olmütz u. ſ. w., geht indeſſen hervor, daß der gewöhnliche Waſſerbedarf, wenn nur das Nothwendige berückſichtiget wird, für die Perſon täglich mit $\frac{1}{4}$ Eimer gedeckt ſei.

In Betreff jener Waſſerleitungen, wobei es ſich um Auffindung und Benutzung von Quellen, um Errichtung von Reſervoirs ꝛc. handelt, deren Anlage übrigens zur gewöhnlichen Kanalführung gehöret, iſt es nöthig zu bemerken, daß man ſich auf die natürlichen Quellen nur höchſt ſelten verlaſſen dürfe, wie es die Erfahrung auch in Wien beweiſet, indem die Albertiniſche und andere Waſſerleitungen dieſer Art, welche Anfangs ſehr ergiebig waren, in trockenen Jahren beinahe verſiegten.

Ein ähnliches Beiſpiel liefert die ganz neue und koſtſpielige Waſſerleitung von Frankfurt am Main, bei welcher ebenfalls auf den Waſſerreichthum einer Quelle gerechnet wurde, während ſich ſpäter die Quantität als weit geringer zeigte, wodurch man in die größte Verlegenheit gerieth.

Weit zuverläßiger dürfte man auf arteſiſche Brunnen rechnen, indem das Aufſteigen des Waſſers in denſelben ſich bis jetzt dort, wo ſie nämlich vollkommen gelungen ſind, beinahe ganz gleich geblieben iſt. Wenn aber der Boden nicht hinreichendes Quellwaſſer liefert, kann man freilich, wo große Flüße vorhanden ſind, was bei größeren Städten immer der Fall iſt, eine beliebige Quantität Waſſer durch Maſchinen aus dem Strome heben, und ſicher zu ſeiner Beſtimmung leiten; allein es treten auch hier nicht wenige und geringe Schwierigkeiten ein, welche nach gemachten Erfahrungen hier näher beſprochen werden ſollen.

Das Waſſer der Flüſſe iſt gewöhnlich nicht das beſte, und wird auch durch die in dasſelbe geleiteten Unrathskanäle und den hineingeworfenen Unrath jeder Art noch mehr verunreiniget, ſo daß das Waſſer nur oberhalb der Städte genommen werden kann. So einleuchtend dieß iſt, ſo hat man doch bei den Waſſeranſtalten von London und Paris dieſen Umſtand außer Acht gelaſſen, und ſolche Anſtalten nicht nur mitten in den Städten, ſondern ſelbſt unterhalb derſelben angelegt; nur die neueren Anſtalten liegen oberhalb der am meiſten belebten Straſſen und an den gangbarſten Strecken der Themſe und Seine. Ein anderer Umſtand liegt darin, daß das Flußwaſſer nur ſelten klar iſt. Im Kleinen ſind mehrere Filtrirmethoden

Digitized by Google

gelungen, im Großen iſt dieß aber nicht gänzlich der Fall, indem die Filtrirapparate durch die Anſetzung des Schlammes bald verunreiniget und zuletzt ganz verlegt werden, ihre Erneuerung aber mit ſehr vielen Anſtänden und Koſten verbunden iſt.

Mehr gerathen iſt die Anlegung großer Reſervoirs, in welchen das Waſſer 24 Stunden lang ruhig ſtehen bleibt, damit ſich die ſchweren, fremdartigen Theile ſetzen können, worauf es unter das Pumpwerk der Maſchine kommt.

Allein die leichteren, beſonders die vegetabiliſchen Theile bleiben noch immer ſchwimmend, und das graue Waſſer muß in den Häuſern doch immer noch filtrirt werden, ſo daß man, beſonders im Sommer, immer ein mattes, um nicht zu ſagen ungeſundes Waſſer bekommt. Indeſſen ſcheint man in Paris und London damit zufrieden zu ſein. Ein günſtigeres Reſultat erwartet man von der neuen Waſſerleitung in Wien, indem für die Reſervoirs und Pumpen ein Platz oberhalb der Stadt gewählt wurde, wohin das Waſſer durch den ſchotterigen Grund, daher bereits filtrirt, gelangt.

Die Waſſerleitung von Frankfurt am Main kommt, wie geſagt, aus höher liegenden Quellen. Bemerkenswerth iſt jedoch ihre Leitung und Vertheilung nicht nur in die öffentlichen Brunnen, ſondern in jedes Haus und in jedes Stockwerk.

Dieſe Waſſerleitung, verfolgt in ihren einzelnen Details, unter welchen beſonders die Zuſammenfügung der Röhren, die Einrichtung der Brunnen, dann die Vorrichtungen zur Beſpritzung der Straßen und bei Feuersgefahren ſehr zweckmäßig ſind, erſcheint im Blatt VII.

In London wird das Waſſer entweder durch Maſchinen, unmittelbar in die Häuſer, oder in hochgelegene Reſervoirs getrieben, aus welchen es durch den natürlichen Druck in die Häuſer gelangt. Zum Betriebe der erſten Art beſteht aber nur noch eine Kompagnie, welche das Waſſer in ziemlich gleichmäßig hohe Bezirke und in jedes Stockwerk zu andern Stunden liefert.

Dieſe Lieferung geſchieht 2 bis 3 Mal in der Woche, und eine beſtimmte Zeit lang, bis jedes Haus die kontrahirte Quantität erhalten hat, welche nach der Weite der Röhren bemeſſen wird.

Obwohl bei den Pumpen Sicherheitsklappen angebracht ſind, durch welche das Waſſer, wenn die Reſervoirs in den Häuſern voll ſind, und die Pippen geſchloſſen werden, entweichen kann, ſo finden doch, bei der unausgeſetzten Thätigkeit der Maſchine und dem ungleichen Abſtrömen des Waſſers, in den unzähligen ungleich weiten Röhren Stöße ſtatt, welche das Zerſpringen derſelben verurſachen, ein Umſtand, der einige andere Kompagnien veranlaßt hat, dieſes Syſtem zu verlaſſen, und jenes anzunehmen, nach welchem das Waſſer, durch eine einzige, 18 — 24 Zoll weite Röhre in ein hochgelegenes Reſervoir geleitet wird, und aus dieſem von ſelbſt in die Vertheilungsröhren fließt. Auch dieſe Kompagnien liefern meiſtens das Waſſer an beſtimmten Tagen der Woche und zu gewiſſen Stunden, und die Bemeſſung der Quantitäten geſchieht entweder nach der Weite der Röhren, oder durch die ſogenannten Waſſermeſſer, welche ſo eingerichtet ſind, daß durch die Umdrehungen eines Zeigers eine genaue Kontrolle der Waſſerabnahme erreicht wird.

Die Einrichtung der zweckmäßigſten Pumpen zur Hebung des Waſſers und beſonders der ſehr viel Vorſicht erfordernden Klappen iſt in den Blättern VIII und X dargeſtellt; das ganze Syſtem einer Waſſerleitung mit Haupt- und Nebenröhren, Ventilen, Pippen, Röhrenverbindungen ꝛc. iſt in dem Blatte IX anſchaulich gemacht, und in der dazu gehörigen Beſchreibung ausführlich erklärt.

Bei Anſtalten, wo Maſchinen wirken, und daher die Ausgaben immer fortlaufen, muß mit dem Waſſer, wie geſagt, ſehr hausgehalten werden.

In dieſer Hinſicht betrachtet man das fortwährende Fließen der Brunnen als eine Verſchwendung, welcher aber durch Pippen leicht zu begegnen iſt. Bei Waſſerleitungen ſind Dampfmaſchinen mit niederem Drucke und mit Benutzung der erwärmten Luft, dann mit einfacher Wirkung und mit der Einrichtung, daß ſie unmittelbar durch die Balanziers die Pumpen in Bewegung ſetzen, ſowohl in Hinſicht des Nutzeffekts als der Feuerung, vor allen übrigen zu empfehlen. Indeſſen ſind auch Maſchinen mit hohem Drucke nach der neueſten Konſtrukzion, beſonders, weil ſie einen ganz unbedeutenden Raum einnehmen, und weil der entweichende Dampf zur Waſſererwärmung oder zu anderen Zwecken nebenſtehender Anſtalten benützt werden kann, je nach den Umſtänden zu empfehlen. Ein ſolches Beiſpiel liefert die Waſſerleitung von Charenton, mit der eine Deſtillazion in Verbindung ſteht. —

Digitized by Google

Bei der Verbindung der Röhren, von welcher bei einer Maſchinenleitung ſo viel abhängt, hat man in der Praxis das Vergießen mit Blei am ſicherſten gefunden.

Wenn nämlich die Röhren bis auf ungefähr 1 Linie in einander gelegt ſind, und bei ihrem Zuſammenſtoße mit in Pech getauchtem Werg nach der Länge der Röhren auf 2 bis 3 Zoll ausgefüllet werden, ſo wird der leere Raum zwiſchen der Muffe der einen Röhre und der eingeſchobenen bis an den äußerſten Rand der Muffe mit Blei vergoſſen, dann wird dieſe Bleimaſſe durch gewaltſames Hineinſtemmen verdichtet, und dadurch an die Röhrenwände gepreßt. Der übrig bleibende leere Raum wird mit Waſſerkit verklebt. — Da bei dem gewaltſamen Einſchlagen des Bleies die Muffen leicht ſpringen könnten, ſo müſſen ſie an ihrem äußerſten Ende eine angemeſſene Verſtärkung erhalten.

Um ſich von der Haltbarkeit der Röhren zu überzeugen, werden dieſe durch hydrauliſche Preſſen mit dreifach ſtärkerem Drucke, als ſie auszuhalten beſtimmt ſind, probirt. Jene Röhren, welche, wenn auch nur in kleinen Strahlen, Waſſer durchlaſſen, oder ſtark ſchwitzen, werden ohne weiteres verworfen, indem die Erfahrung gezeigt hat, daß ſolche den Keim des Verderbens in ſich tragen. Trotz dieſer Vorſichtsmaßregeln geſchieht es in der Praxis noch immer, daß bei dem Wirken des zur Hebung des Waſſers beſtimmten Pumpwerkes einige Röhren ſpringen, weßhalb es räthlich iſt, die Röhren ſo anzulegen, daß ſie leicht gewechſelt werden können, und ſie überdieß in doppelten Reihen zu legen, um eine bedungene Lieferung nicht unterbrechen zu müſſen.

In dieſer Hinſicht iſt es auch ſehr wichtig, die Reſervoirs ſo nahe als thunlich an den Pumpen anzulegen, damit die Röhren, welche von den Pumpen abhängen, möglichſt kurz ausfallen.

Ueberhaupt iſt eine Maſchinen-Waſſerleitung, verbunden mit Vertheilung des Waſſers, keine ſo leichte Aufgabe, als man ſich vielleicht denkt, wenn dabei alle Verhältniſſe berückſichtiget und alle Einrichtungen als zweckdienlich erprobt werden ſollen.

Beſchreibung der beiliegenden Zeichnungen.

(Hiezu die Blätter VII bis X.)

In der neueſten Zeit, nämlich vor zehn Jahren, hat ſich der Stadt Frankfurt die Nothwendigkeit aufgedrungen, eine neue Waſſerleitung zu errichten, da die früher beſtandene ihren Dienſt verſagte, und ſich überhaupt der Bedarf des Waſſers vermehrt hatte.

Zur Löſung der Aufgabe bot die Natur die nöthigen Mittel, da ſich auf einer Seite nächſt der Stadt Frankfurt das Terrain erhöht, in welchem ſich bei einer zwiſchen 10—30 Fuß wechſelnden Tiefe eine Lettenlage vorfindet, über der ſtets gutes Waſſer unterirdiſch ablief. Es handelte ſich nun darum, an einer Stelle, von wo aus es noch möglich war, das Waſſer durch ſeinen eigenen Druck in die Stadt ablaufen zu machen, dasſelbe zu ſammeln, und es in eine Röhrenleitung aufzufaſſen.

Dieſen Zweck erreichte man dadurch, daß man in einer Höhe von beiläufig 120 Schuh über dem Stadtterrain Galerien in einer auf die unterirdiſche Strömung des Waſſers ſenkrechten Richtung ſo anlegte, daß deren Sohlen auf die Lettenlage zu liegen kamen, und die gegen die Stadt gekehrte Einfaſſungsmauer in dieſe Lettenlage verſenkt und waſſerhältig ausgeführt wurde, während man bei der zweiten Einfaſſungsmauer dem Waſſer Spielraum zum Durchlaufen ließ.

Alles Waſſer, welches nun von weiterher bei dieſer Galerie anlangte, durchdrang die obere Einfaſſungsmauer, und ſammelte ſich in der Galerie, da weder die Sohle noch die untere Einfaſſungsmauer ein Abfließen desſelben zuließ.

In der Ausdehnung dieſer Galerien wurden einige erweiterte, und etwas mehr vertiefte Stellen in der Form von Brunnen angelegt, die im Weſentlichen den Zweck haben, dem zufließenden und ſich auch in der Galerie bewegenden Waſſer Gelegenheit zu verſchaffen, mechaniſch beigemengte Beſtandtheile dort deponiren zu können, damit es ſodann dem Anfange der Röhrenleitung in ganz klarem Zuſtande zufließe.

Es ſind für die zu erlangen beabſichtigte Waſſerquantität zwei ſolche Galerien, wovon eine 2400 Fuß, und die andere 1800 Fuß lang iſt, erbaut worden, und von jeder iſt eine Röhrenleitung nach der Stadt geführt.

Digitized by Google

In Fig. 1 und 2, Blatt VII, iſt ein Waſſerſammlungsbrunnen ſammt den anſtoſſenden Galerien und in Fig. 3 und 4 derjenige Brunnen, aus dem die Röhrenleitung ausgeht, erſichtlich.

Die Röhren der Leitung haben einen lichten Durchmeſſer von 8 Zoll. Man hat ſie dort, wo dieſelben über 6 Schuh tief in die Erde zu liegen kommen, in gemauerte Kanäle gelegt, damit bei vorfallenden Gebrechen an den Leitungsröhren dieſelben, ohne eine ſo bedeutend tiefe Ausgrabung vornehmen zu müſſen, zugängig bleiben.

Das in den Brunnen reichende Röhrenende hat man mit einem Seiher a verſehen, um dadurch gänzlich zu verhindern, daß Unreinigkeiten in den Röhren mit abgeführt werden. Unweit vom Brunnen iſt ein, durch einen nur einige Schuh hoch mit Erde überſchütteten Schacht zugängiges Ventil b angebracht, um im erforderlichen Falle den Einlauf des Waſſers in die Leitung ganz zu verhindern.

In den Figuren 5 und 6 iſt die Anordnung zur Vertheilung des Waſſers aus der achtzölligen Hauptleitung in mehrere Seitenleitungen mit kleineren Röhrendimenſionen erſichtlich.

Die Hähne c dienen dazu, den Waſſerzufluß für jede der Seitenleitungen nach Erforderniß zu reguliren. Durch die kleinen Hähne d kann die ſich in den Röhren allenfalls ſammelnde Luft ausgelaſſen werden.

Aus den Figuren 7, 8 und 9 iſt zu erſehen, wie die Theilung der Seitenleitungen in mehrere Arme vorgenommen iſt, und aus Fig. 10 erſieht man, wie die Ausleitung des Waſſers aus den allgemeinen Leitungen in einzelne Häuſer bewirkt wird.

Dieſelbe Vorrichtung ſieht man auch in den Figuren 13 und 14, ſo wie weiteres daraus zu entnehmen iſt, nach welchem Prinzipe im Allgemeinen bei der Fortſetzung der Leitung für einzelne Häuſer die Anordnungen getroffen ſind, wenn an mehreren, zugleich in verſchiedenen Höhen liegenden Punkten Waſſer zum Ausfluſſe gebracht werden ſoll.

Vor Allem hat jeder Auslauf zu einem Hauſe einen nur der Waſſerleitungs-Inſpekzion zugängigen Hahn f, durch welchen das Maß des zuzuleitenden Waſſers regulirt werden kann. Die als eine Porzion für diejenigen Häuſer, welche an der Anſtalt Theil nehmen, beſtimmte Waſſerquantität beträgt acht Eimer in 24 Stunden. Iſt dieſe Quantität an mehreren Punkten des Hauſes zum Ausfluß zu bringen, ſo wird die Stellung des Hahnes ſo vorgenommen, daß dieſelbe am höchſten Punkte, wenn ſonſt alle Ausläufe geſchloſſen ſind, abfließen kann. Dieſe aus einzölligen Röhren beſtehenden Leitungen werden gewöhnlich in die Kellergeſchoſſe geführt.

Iſt das Waſſer in einem Hauſe an mehreren vertikal über einander liegenden Punkten zum Ausfluſſe zu bringen, ſo wird gewöhnlich nur eine Röhre bis zum höchſten Punkte geführet, und dieſe erhält bei den tiefer liegenden Auslaufspunkten mit Hähnen verſehene Abzapfungen.

Liegen die Ausläufe jedoch in verſchiedenen Höhen und nicht vertikal über einander, ſo wird für jeden Auslauf eine eigene Röhre angelegt. In dieſem Falle wird die von der allgemeinen Leitung in das Haus geführte Leitung, in der ſich bei g ein für den Hauseigenthümer zugängiger Hahn befindet, in ein an beiden Enden verſchloſſenes, ein Käſtchen bildendes, Röhrenſtück h mit etwas größerem Durchmeſſer ausgemündet, und aus letzterem leitet man durch abgeſonderte Röhrengänge i, die abermals mit Hähnen k zum Reguliren des Waſſerabfluſſes verſehen ſind, das Waſſer an die beſtimmten Orte.

Da, wo in Gebäuden bei der im Winter eintretenden, zeitweiſe heftigen Kälte das Einfrieren des Waſſers in den einzelnen Leitungen befürchtet wird, iſt an einem Orte, auf den Kälte nicht einwirken kann, eine Vorrichtung angebracht, wodurch das Waſſer auszulaſſen iſt.

Es iſt hierzu gewöhnlich die Leitungsröhre, beſonders da, wo die Steigröhre noch eine ziemliche Strecke in dem der Kälte unzugängigen Orte fortgeht, etwas nach aufwärts gebogen, und in dieſem gebogenen Theile iſt bei l ein Hahn angebracht, der den Zufluß von der allgemeinen Leitung her abſtellt. Bei m iſt eine Pippe, durch deren Umdrehung das Waſſer, welches ſich oben in der Röhrenleitung des Hauſes, und höher als jene, dem Einfrieren ausgeſetzt befindet, ausfließen kann.

Dieſes ausfließende Waſſer kann nun zwar, für den Fall, wenn ſich die Vorrichtung im Keller befindet, nicht abgeleitet werden, allein, da deſſen Quantität immer nur ſehr unbedeutend, nämlich dem Rauminhalte der entleerten Röhre gleich iſt, ſo reicht ein kleines, mit Schotter oder Erde ausgefülltes Kanäl-

Digitized by Google

chen hin, dieſes Waſſer einzuſaugen. Wird bei Anwendung einer ſolchen Vorrichtung an irgend einem Orte des Hauſes, wo ſich ein Auslauf befindet, Waſſer gebraucht, ſo kann die Leitungsanſtalt durch die Stellung des Hahnes l, in der Pippe m, in dem früheren Stande ſogleich wieder in Thätigkeit treten.

Die Vorrichtung der Ausläufe in den verſchiedenen Stockwerken der Häuſer ſind in Fig. 13 und 14 erſichtlich, in Fig. 11 und 12 ſind jedoch dieſelben deutlicher dargeſtellt. Mit i iſt die von dem Waſſertheilungskäſtchen hervorkommende Steigröhre, welche bis n in ein, an einer Wand befeſtigtes Reſervoir A reicht, bezeichnet. Es wird durch den Ausfluß des Waſſers aus dieſer Steigröhre das Reſervoir A angefüllt. Um einer Ueberfüllung vorzubeugen, iſt in der Höhe, in welcher der Waſſerſpiegel im Reſervoir erhalten werden ſoll, ein Ueberfallrohr o angebracht, durch welches das mehr als im Reſervoir Raum findende, zugeleitete Waſſer in den Grand B und von da weiter unbeſchädigt abfließt.

Am Boden des Reſervoirs iſt ebenfalls ein Auslauf p, an dem ein Rohr, deſſen Auslauf durch den Hahn q geöffnet oder geſchloſſen werden kann, angebracht, um das ſämmtlich im Reſervoir geſammelte Waſſer zur Verwendung dort zum Ausfluſſe bringen zu können.

Da jedoch in der Regel das Waſſer im Reſervoir längere Zeit ſtehen bleibt, und oft daran gelegen iſt, friſches Waſſer zu erhalten, ſo hat man an das Steigrohr bei r einen mit einem Hahne verſchließbaren Auslauf angebracht, durch deſſen Oeffnung friſches Waſſer ausläuft. Um den Zufluß des Waſſers ganz abſperren zu können, iſt der Hahn s angebracht.

Bis zum Jahre 1837 waren 304 Privathäuſer mit 370 Waſſerporzionen verſehen, da manches Haus mehr als eine Porzion bedarf.

Für jede Porzion muß ein jährlicher Zins von 15 fl. Rheiniſch entrichtet werden, und es müſſen die Privaten ſowohl die erſte Herſtellung der Leitungen, die vom Auslaufe aus der allgemeinen Leitungsröhre im Innern des ganzen Hauſes geführt wird, als auch deren Erhaltung beſtreiten. Für jene Bewohner, welche ſich das Waſſer nicht in die Häuſer leiten laſſen, ſind 115 Röhrbrunnen und 4 Springbrunnen errichtet. Dieſe Röhrbrunnen, welche auf der Straße aufgeſtellt ſind, haben die in Fig. 15, 16, 26 und 27 dargeſtellte Form und Einrichtung.

Aus dieſen Brunnen läuft nicht fortwährend Waſſer, ſondern daſſelbe wird erſt durch Denjenigen zum Auslaufe gebracht, der eben Waſſer bedarf. Sie haben daher eine Sperrvorrichtung. Die Steigröhre t, welche von der allgemeinen Leitung zu dem Punkte, wo das Waſſer zum Auslaufe kommen ſoll, geführt wird, hat bei u einen Hahn, der durch eine Viertelumdrehung die Kommunikazion in der Steigröhre unterbrechen oder herſtellen kann. Er iſt mit dem Hebel v feſt verbunden, und dieſer iſt mit der Zugſtande w, welche bis in den über das Terrain vorſtehenden gußeiſernen Kaſten reicht, beweglich verbunden, wo letzterer mit einem zweiten Hebel w' ebenfalls beweglich in Verbindung geſetzt iſt.

Der letztgenannte Hebel iſt mit einer Axe x, die man nach Maß des Erforderniſſes zum Oeffnen des Hahnes durch den mit einer gewichtigen Kugel verſehenen Schwängel y bewegen, und dadurch das Waſſer zum Auslauf bringen kann, feſt verbunden. Dieſe Kugel hat den Zweck, durch ihr Gewicht den zum Oeffnen des Hahnes beſtimmten Schwängel zur Zeit, wenn vom Brunnen kein Gebrauch gemacht wird, ſtets in der geeigneten Stellung zu erhalten, in welcher der Hahn u geſchloſſen bleibt.

Zur Winterszeit hat ſich bei heftiger Kälte der Fall ereignet, daß das in der Steigröhre t über dem Hahne u ſtehende Waſſer eingefroren iſt, und daß dadurch der Brunnen unbrauchbar wurde.

Dieſem Uebelſtande iſt begegnet worden, indem man der Steigröhre t eine Anſatzröhre gab, deren Mündung ebenfalls mit einem Hahne z, Fig. 26, verſehen wurde und durch eine Viertelumdrehung dem Waſſer, welches ſich über dem Hahne u befand, einen Auslauf verſchaffte. Dieſer Hahn iſt durch den Hebel a' und durch die Leitſtange b' mit der Leitſtange w ſo verbunden, daß, wenn ſich durch eine Bewegung des Schwängels y, Fig. 15, der Hahn u öffnet, z ſich ſchließt, und umgekehrt, wenn ſich u ſchließt, z öffnet und das über z ſtehende Waſſer ausläuft.

In dem Bereiche, in welchem die Waſſerleitungsröhren geführt ſind, wurden 132 Vorrichtungen angebracht, durch welche bei Feuersgefahr das ſämmtliche Waſſer, welche die Leitung enthält, in kurzer Zeit zum Ausfluß gebracht werden kann, um es zum Löſchen zu

Digitized by Google

verwenden. Die Figuren 23, 24 und 25 verſinnlichen dieſe Vorrichtung.

Die Leitungen c′, Fig. 23, haben am Ende verſchloſſene Anſatzröhren d′, die nur von der Straße zugängig ſind.

Dieſe Anſatzröhren ſind mit den Hähnen e′ und mit Oeffnungen bei f′, auf welche eine oben abgebogene Steigröhre g′ angeſchraubt werden kann, verſehen. Die Mündung dieſes Steigrohres hat zwei mit Hähnen verſchließbare, mit Schraubengewinden verſehene Ausläufe h′, Fig. 24, um daran zwei Schläuche, in welchen das Waſſer entweder unmittelbar bis zur Brandſtelle oder in eine Spritze geleitet werden kann, befeſtigen zu können. Der in Fig. 25 dargeſtellte Schlüſſel dient zum Oeffnen und Schließen des Hahnes e′.

Die bei der ganzen Waſſerleitungsanſtalt verwendeten gußeiſernen Röhren haben Zylinderform ohne erweiterte Angüſſe, können alſo bei der Verwendung nicht in einander geſchoben werden, ſondern es ſind zur Verbindung der einzelnen, vier Schuh langen Röhrenſtücke eigene Hülſen, die über die Zuſammenſtöße zweier Röhren geſchoben und mit Blei vergoſſen werden, angewendet.

Bei der Zuſammenfügung der Röhren verfährt man, je nachdem ſie in ſtehendem Zuſtande geſchehen kann oder in liegendem geſchehen muß, auf zweifache Art. Die Fig. 17, 18 und 19 bezeichnen den Vorgang bei Röhrenverbindungen im liegenden Zuſtande.

Sind nämlich zwei Röhren mit ihren Enden zuſammengeſtoſſen, nachdem früher die ſich berührenden Hirnflächen, um die Unebenheiten des Guſſes auszugleichen, mit einer dünnen Lettenlage verſehen worden waren, ſo wird über den Zuſammenſtoß ein Leinenlappen umgeſchlagen, und die Hülſe, deren innerer Halbmeſſer um vier Linien größer iſt als der äußere der Röhren, ins Mittel über die Stoßfuge geſchoben, und mittelſt ganz kleiner Holzkeilchen zentriſch mit der Röhre gerichtet. Um die Mündungen des zwiſchen Hülſe und Röhre bleibender Zwiſchenraumes wird nun ein beiläufig ſechs Linien im Durchmeſſer haltender Strick, wie bei Fig. 19 erſichtlich, umgeſchlagen, und darüber eine Lettenwulſt angeklebt, wornach ſodann der Strick mit Hülfe des vorſtehenden Endes ausgezogen wird.

Hierdurch bleibt alſo vor dem Raume, welchen Hülſe und Röhre zwiſchen ſich laſſen, nach der ganzen Peripherie ein hohler Raum, wie im Durchſchnitte bei Fig. 17 zu erſehen, und nebſtdem behält die Lettenwulſt eine Oeffnung, durch welche geſchmolzenes Blei eingegoſſen wird, welches natürlich den Raum zwiſchen Hülſe und Röhre ausfüllt, und dadurch die zwei Röhren haltbar verbindet.

Dieſer Vorgang wird immer dort angewendet, wo einzelne Röhren wegen Schadhaftigkeit oder wegen anderer Röhren mit Auslauf-Angüſſen ausgewechſelt werden müſſen. Sollten jedoch längere Röhrenſtrecken einander folgen, ſo werden vorher, ehe dieſe in den dafür ausgehobenen Röhrengraben gelegt werden, nach der Dimenſion der Röhren drei bis ſechs Stück mit einander verbunden. Dieſe Verbindung kann nun im ſtehenden Zuſtande bewirkt werden.

In Fig. 20, 21 und 22 iſt der Vorgang dabei dargeſtellt.

Ueber einen dem inneren Durchmeſſer der Hülſe genau entſprechenden Holzzylinder in der Höhe der halben Hülſenlänge, Fig. 20, wird die Hülſe aufgeſchoben, und in letztere ebenfalls auf dem Zylinder das damit zu verbindende Röhrenſtück konzentriſch aufgeſtellt, wodurch natürlich wieder zwiſchen Hülſe und Röhre ein Zwiſchenraum von vier Linien bleibt. Dieſer Zwiſchenraum wird mit geſchmolzenem Blei vergoſſen und der Holzzylinder beſeitigt. Hierdurch iſt dann eine Röhre mit einer Muffe, Fig. 21, gebildet. Dieſe Röhre wird nun umgekehrt, ſo daß die Muffe in die Höhe zu ſtehen kommt; in dieſelbe wird das zweite Röhrenſtück ebenfalls konzentriſch eingeſtellt, Fig. 22, ſodann der Raum zwiſchen Muffe und Röhre wieder vergoſſen, und dadurch beide Röhren mit einander verbunden.

Um das Durchrinnen des Bleies zwiſchen dem Zuſammenſtoße der Röhren bei der letzten Vergießung zu verhindern, werden wieder die ſich berührenden Hirnflächen der Röhren vor dem Zuſammenſtoße mit einer dünnen Lettenlage verſehen. Auf gleiche Weiſe verfährt man nun, wenn man dieſe zwei Röhren mit einer dritten u. ſ. f. in ſtehendem Zuſtande verbinden will.

Die Frankfurter Waſſerleitungen liefern in naſſen Jahren in jeder Stunde 600 Eimer Waſſer. Dieſe Waſſermenge vermindert ſich jedoch in trockenen Jahren, wie dieß beinahe bei allen auf dem nämlichen Prinzipe der Waſſerſammlung beruhenden Waſſerleitungen der Fall iſt, bis auf 100 Eimer pr. Stunde. Hat ſich das Waſſer bis auf dieſe geringe Quantität vermin-

Digitized by Google

dert, ſo ſetzt man die Waſſerleitung zur Nachtzeit durch Abſperrung der Hauptleitung außer Thätigkeit, wodurch ſodann eine Anſammlung des Waſſers in den Galerien ſtatt findet, und wenigſtens für die Tageszeit der nothwendigſte Bedarf wieder gedeckt werden kann.

Auf Blatt VIII iſt durch die Figuren 2 bis 4 das Prinzip eines am Marne-Ufer erbauten Waſſerpumpwerkes, welches mit Dampf betrieben, und wodurch Charenton mit Waſſer verſehen wird, verſinnlicht. Die zur Bewegung des Pumpwerkes angeordnete Dampfmaſchine wirkt mit hohem Drucke, und deren Einrichtung iſt ſehr einfach.

Das Spiel des Kolbens im Dampfzylinder a wird durch das Schubventil b, welches durch eine, an derjenigen Welle c, die in drehende Bewegung geſetzt werden ſoll, befindliche excentriſche Scheibe d wirkt, und durch die Zugſtange e hervorgebracht.

Mit der Stange des Kolbens vom Dampfzylinder iſt eine Leitſtange f, und dieſe mit der an der Welle c befeſtigten Kurbel g beweglich verbunden. Die parallele Führung der Dampfkolbenſtange wird durch das Geſtänge h bewirkt. An der in drehende Bewegung verſetzten Welle c befindet ſich das Stirnrad i, welches in zwei andere Stirnräder k eingreift, und denſelben auch Bewegung mittheilt. An den Axen dieſer beiden letztgenannten Stirnräder ſind auch die Scheiben l feſt, welche durch die damit verbundenen Stiften m die Stelle von Kurbeln vertreten. Mit dieſen Stiften ſind die Leitſtangen n, und letztere mit den Kolbenſtangen der Waſſerpumpen o beweglich verbunden.

Damit die Kolbenſtangen der Waſſerpumpen ſich nur vertikal bewegen können, haben ihre Enden eine Führung aus Rollen p beſtehend, die zwiſchen Eiſenſchienen q laufen. Nebſtdem iſt an der Welle c noch eine Kurbel r befeſtigt, mittelſt welcher durch die Pumpe s Waſſer in den Dampfkeſſel geſchafft wird. Die die Kurbeln vertretenden Scheiben l haben in verſchiedenen Abſtänden vom Mittelpunkte vier Löcher, in welche die Stifte m befeſtigt werden können, um durch Verſetzung der letzteren einen größeren oder kleineren Hub der Pumpenkolben hervorzubringen.

Die Stellung der Stifte m wird übrigens immer ſo angeordnet, daß, wenn ein Kolben in der Pumpe den höchſten Stand einnimmt, der andere ſich in der Mitte befindet.

Durch den Boden der Pumpen ſind die Saugröhren t, und durch die Wände nahe am Boden die Steigröhren u geführt; letztere vereinigen ſich vor einem Windkeſſel v, von dem aus ſodann das Waſſer in der Leitung w ſich fortbewegt.

Die Ableitung des Dampfes, welcher bereits gewirket hat, geſchieht in einem eiſernen Rohre, durch welches auch die Röhre, in der das Waſſer in den Dampfkeſſel befördert wird, geführt iſt, um dadurch eine Vorwerkung zu bewirken.

Durch die Figuren 5 und 6 dieſes Blattes iſt das Prinzip der vor einigen Jahren, zum Heben des Waſſers aus der Seine unweit St. Germain für Verſailles erbauten Vorrichtung verſinnlicht.

Durch das Spiel des Kolbens in dem Dampfzylinder a wird der Balanzier b bewegt. Durch die Bewegung dieſes Balanzier wird mittelſt der Pumpe c durch das Saugrohr d in das Steigrohr e das Waſſer aus der Seine in einen Filtrirkaſten s gehoben, von wo aus es, nachdem es dort mehrere Schotterſchichten paſſiren mußte, in die Reſervoirs g abläuft. Mit dem Balancier b iſt eine Leitſtange h, und letztere mit einem Krummzapfen an der Welle i beweglich verbunden. An der Welle i befindet ſich das Stirnrad k, welches in das Stirnrad l eingreift, und dadurch die gekuppelte Welle m in drehende Bewegung verſetzt.

An dieſer Welle befinden ſich ferner die Stirnräder n, welche in die Stirnräder o eingreifen, an deren Achſen ſich auch die Kurbeln p für die Waſſerpumpen befinden. Mit letzteren ſind durch Zugſtangen q die Kolbenſtangen r der Waſſerpumpen s in Verbindung geſetzt. Dieſe Waſſerpumpen ſaugen das Waſſer aus den Reſervoirs g durch die Röhren t auf, und drücken daſſelbe durch die Steigröhren u an den Ort ſeiner Beſtimmung.

Die Stellung der Kurbeln an den Axen der Stirnräder o iſt für ein Pumpenpaar ſo angeordnet, daß, wenn ein Pumpenkolben den höchſten Stand erreicht hat, der andere die tiefſte Stelle einnimmt. Von dem anderen Pumpenwerke ſteht dann der Kolben in der Mitte des Cylinders.

Die parallele Führung der Dampfkolbenſtange wird durch eine an Dampfmaſchinen gewöhnlich angebrachte Vorrichtung bewirkt.

Digitized by Google

Die Kolbenſtangen der Pumpenwerke gehen mit Anwendung von Frikzionsrollen in vertikalen Führungen. Von acht Waſſerpumpen werden nur immer vier, nämlich die mit einer Hälfte der Welle m verbundenen in Bewegung geſetzt; und die anderen, mit der zweiten Hälfte der Welle m in Verbindung ſtehenden, ſind als Reſervepumpen angeordnet, weßhalb auch die genannte Welle mit Kuppelvorrichtungen verſehen iſt.

In der Nähe dieſes neuen Etabliſſementes ſieht man auch noch das alte Waſſerwerk, welches zu dem nämlichen Zwecke erbaut worden war. Die Figuren 7 und 8 verſinnlichen das Prinzip des Mechanismus. Ein Arm der Seine iſt nämlich durch den Einbau eines Wehres um einige Schuh aufgeſtaut, um mittelſt dieſer Aufſtauung zwei Waſſerräder a in Bewegung zu ſetzen. Die Welle dieſer Waſſerräder hat Stirnräder b, welche, und zwar jedes, in zwei andere Stirnräder c eingreifen. An den Axen der letzteren ſind zwei Kurbeln d angebracht, die durch die Leitſtangen e die um die Punkte f beweglichen längeren Hebel g auf- und abſchieben. Mit dieſen Hebeln ſind auch die Kolbenſtangen h der Waſſerpumpen i beweglich verbunden, durch welche das Auffaugen des Waſſers durch die Saugröhre k, ſo wie das Heben deſſelben durch die Steigröhren l bis an den Punkt ſeiner Beſtimmung bewirkt wird. Die Stellung der Kurbeln an den Axen der Räder c war für ein Pumpenpaar ſo angeordnet, daß, wenn ein Pumpenkolben den höchſten Stand erhalten hatte, der andere die tiefſte Stelle einnahm. Von den anderen zwei Pumpen ſtanden ſodann die Kolben in der Mitte der Pumpen. Es waren auch hier nur ſtets vier, nämlich die mit einem Waſſerrade verbundenen Pumpen in Bewegung, während die anderen mit dem zweiten Waſſerrade verbundenen als Reſervoirpumpen in Ruhe blieben.

Durch die Figuren 1 bis 26, Blatt IX, ſind einige Anordnungen der Pariſer Waſſerleitungen dargeſtellt.

In Fig. 1 bis 8 ſind die Details eines 3½ zölligen, die Stelle eines Hahnes vertretenden Schubventiles zur Regulirung und gänzlichen Abſperrung des Waſſerabfluſſes für jene Fälle, wo in einer Leitung die Strömung oder der Druck des Waſſers abwechſelnd nach beiden Richtungen ſtatt findet, angegeben.

Das Prinzip dieſer Anordnung iſt kein anderes als das einer Schütze.

Eine dem Röhrendurchmeſſer entſprechende Scheibe kann nämlich innerhalb der Röhre auf- und abgeſchoben werden, um dadurch das Abflußprofil entweder ganz abſperren, oder daſſelbe inner den Gränzen der Röhrendimenſion nach Belieben vergrößern oder verkleinern zu können.

Da zu dieſem Ende zur Bewegung der Scheibe (Schuber) die Wand der Röhre durchbrochen ſein muß, ſo bedingt ſich dadurch, daß über dieſe Durchbrechung ein den Ausfluß des Waſſers verhinderndes Gehäuſe, in das ſich der Schuber aufziehen läßt, angebracht werde; ferner bedingt ſich die Anordnung einer Vorrichtung zum Aufziehen des Schubers.

Man ſieht in den genannten Figuren die dießfälligen Anordnungen detaillirt dargeſtellt.

Zwei Röhrenſtücke A und B ſtoßen flach zuſammen, und haben bei ihrem Zuſammenſtoße Schraubenplatten zur Verbindung mit einander angegoſſen.

Die eine der Röhren A hat auf eine Länge von 1 Zoll eine ½ Zoll tiefe Erweiterung, welche beſtimmt iſt, den Stand des ⅜ Zoll ſtarken Schubers a aufzunehmen.

Die Stirnflächen der Röhren A und B ſind mit Meſſingreifen belegt, und mit ſolchen, auf erſtere vollkommen paſſenden c, iſt auch der Schuber auf beiden Seiten verſehen; die Meſſingreifen der Röhren ſind mit den ihnen entſprechenden des Schubers zuſammen geſchliffen, damit ſie beim Uebereinanderliegen das Waſſer vollkommen abſperren.

Auf B iſt in der Verlängerung der Schraubenplatten eine Querwand d des erforderlichen Gehäuſes, welche oben ebenfalls mit einer Schraubenplatte verſehen iſt, aufgegoſſen.

Auf A iſt in einer Entfernung von 2⅞ Zoll vom Zuſammenſtoß beider Röhren ebenfalls eine Querwand e des Gehäuſes, und ſind nebſt dem von dort bis zum Zuſammenſtoß die Längenwände f beide ſammt ihren obern und Seitenſchraubenplatten aufgegoſſen.

Die Deckplatte g dieſes Gehäuſes, welche die Schraubenplatten der Seitenwände übergreift, um ſie damit feſt verbinden zu können, hat eine kreisförmige Durchlochung, über welcher ein hohler Zylinder h angegoſſen iſt; ſie iſt übrigens beſtimmt, die Schrauben-

ſpindel i aufzunehmen und derſelben nebſt der Einſenkung bei k eine Führung abzugeben.

Die Schraubenſpindel hat bei l eine Platte, um bei der Umdrehung an der Deckplatte g einen Stützpunkt zu finden, damit ſie nicht aufſteigen kann, ſondern immer in gleicher Lage bleibt.

Der Schuber a hat oben zwei, an der inneren Seitenfläche mit Nuthen verſehene, lappenförmige Angüſſe m, zwiſchen welchen eine gefalzte, mit einer Schraubenmutter verſehene Platte o eingeſchoben werden kann.

Die Nuthen und Falze bilden eine Führung, ſo daß die Lappen, mithin auch der Schuber an der Schraubenmutter um etwas vor- und rückwärts geſchoben werden kann, wodurch es möglich wird, daß der Druck des Waſſers den Schuber immer genau an den Abſchlußreif c andrücken und den Waſſerabfluß abſperren kann.

Da die Schraubenmutter o mit der Schraubenſpindel i in Verbindung gebracht iſt, ſo muß bei Umdrehung der Schraubenſpindel mit Hilfe eines bei p angeſteckten Schlüſſels eine Bewegung der Mutter nach auf- oder abwärts erfolgen, je nachdem man ein Oeffnen oder Schließen des Schubers beabſichtiget.

Da das Gehäuſe über der Röhrenleitung durch den Schlitz für den Schuber mit der Leitung ſelbſt kommunizirt, ſo wird ſich alſo auch in ſelbem immer Waſſer befinden, welches durch ſeinen Druck auszuſtrömen ſuchen wird, wozu nur an der Stelle des Durchganges der Schraubenſpindel durch die Deckplatte des Gehäuſes Gelegenheit wäre.

Dieſe wird jedoch dadurch, daß man in den Zylinder h ein Stopfmittel q einlegt, und daſſelbe durch den Pfropf r mit Hilfe der angegoſſenen Platte s und der Schrauben t feſt zuſammendrückt, vollkommen benommen, ohne daß dadurch die Bewegung der Schraubenſpindel gehindert wird.

In Figur 9 und 10 erſieht man die Detaile eines 8½ zölligen, die Stelle eines Hahnes vertretenden Schubventiles zur Regulirung oder gänzlichen Abſperrung des Waſſerabfluſſes für jene Fälle, wo in einer Leitung die Strömung oder der Druck des Waſſers nur ſtets nach einer Richtung ſtatt findet.

Es treten hierbei gegen die vorige Anordnung nur einige Abänderungen an der Stelle des Zuſammenſtoßes der beiden Röhren ein; was die Bewegung des Schubers und die ſonſtige Konſtrukzion der Vorrichtung anbelangt, ſo ſind dieſelben von der oben beſchriebenen nicht verſchieden.

Die rückwärtige Röhre A, nämlich die, von der die Strömung herkommt, hat auf eine Länge von 1½ Zoll eine ¾ Zoll tiefe Erweiterung, welche beſtimmt iſt, den Stand des 1 Zoll ſtarken Schubers aufzunehmen. Nur die Stirnfläche der Röhre B und die ihr zugekehrte Seite des Schubers ſind mit Meſſingreifen belegt. Bei v am Schuber und bei w in der Erweiterung der rückwärtigen Röhre bemerkt man Angüſſe, die ſich, wenn der Schuber den tiefſten Stand eingenommen, alſo den Waſſerabfluß geſperrt hat, mit ihren gegen die Vertikale etwas geneigten Flächen, wodurch ſie zu einem Keile werden, berühren.

Durch dieſe Berührung wird dem Schuber nun auch die Möglichkeit entzogen, nach der Richtung von B gegen A ſelbſt in dem Falle auszuweichen, wenn die Waſſerſäule von dort ſteigen, alſo auf ſelben drücken ſollte, ſelbſt wenn auch von A gegen B nicht mehr wie früher der Druck des Waſſers ſtatt fände.

Die Keilform haben dieſe Angüſſe deßhalb erhalten, damit ſie beim Anfang des Uebereinandergreifens noch freien Spielraum zwiſchen ſich laſſen, und der Schuber ſicher abwärts geſchoben werden kann.

In den Figuren 11 bis 16 ſind zwei Vorrichtungen für Auslaufbrunnen dargeſtellt.

Die erſte Figur 11, 12 und 15 iſt für einen Auslauf beſtimmt, der beſtändig fließt. Hierbei geht eine Stange mit einem Schraubengewinde durch den Zuſchluß der Steigröhre, und nebſt dem iſt über der Schraubenmutter um die Spindel ein Stopfmittel angebracht. Mit dieſer Stange iſt ein Kegelventil verbunden.

Durch Umdrehung der Stange mit Hilfe eines durch die Wand des Brunnenkaſtens reichenden Schlüſſels kann nur dieſes Ventil mehr oder weniger geöffnet oder geſchloſſen, und dadurch der Ausfluß des Waſſers regulirt werden.

Die zweite durch Fig. 13, 14 und 16 dargeſtellte Vorrichtung iſt für einen Auslauf beſtimmt, der erſt durch denjenigen, welcher eben Waſſer abholt, geöffnet, und wieder geſchloſſen wird. Es geht hierbei ebenfalls eine Stange durch den Zuſchluß der Steigröhre, und es iſt auch bei dieſem Durchgang ein Stopfmittel angebracht.

Dieſe Stange iſt mit einem Ventile verbunden, und an dem außerhalb der Röhre befindlichen Ende gezahnt. Ein Segment eines Stirnrades, welches durch

Digitized by Google

einen bis außerhalb des Brunnenkaſtens reichenden Hebel bewegt werden kann, greift in die gezahnte Stange, und es kann hierdurch das Ventil geöffnet werden.

Der Schluß desſelben erfolgt durch den Druck des Waſſers von ſelbſt.

In Figur 17 iſt eine Vorrichtung dargeſtellt, die den Waſſerzufluß aus einer Leitung in einen Waſſerbehälter regulirt.

Die Leitung mündet ſich in ein an allen Seiten verſchloſſenes Käſtchen a, welches am Boden einen mit einem Klappenventile b verſehenen Auslauf hat.

Um den Punkt c dreht ſich ein langer Hebel, an deſſen Ende eine hohle Kugel d befeſtigt iſt, welche auf dem Waſſer des Behälters ſchwimmt.

Nahe am Drehungspunkte c iſt ein zweiter gebogener Hebel e befeſtigt, der mit ſeinem Ende bis unter das Klappenventil reicht.

Wird nun aus dem Behälter Waſſer abgeleitet, ſo ſinkt die Kugel d, wodurch mittelſt des Hebels c das Klappenventil aufgehoben wird.

Es fließt nun ſo lange Waſſer durch die Oeffnung des gefüllten Käſtchens, in welches auch nach Maß des Ablaufes aus der Leitung Waſſer nachfließt, bis der Waſſerſpiegel im Behälter diejenige Höhe erreicht hat, daß der Hebel e wieder das Ventil b verläßt, alſo letzteres die Oeffnung wieder abſperrt, und den Zufluß hindert.

Die Figur 18 bis 23 zeigt, wie es möglich iſt, eine Waſſerleitung auf die einfachſte Weiſe quer über die Sohle eines Flußes zu führen.

Es wird nämlich über die Oberfläche des Waſſers eine aus Holzbalken beſtehende, der Länge nach durch Charniere mit einander verbundene Unterlage gebildet, und darauf werden Röhrenſtücke befeſtigt, die von der geraden Richtung in eine gebrochene durch Drehung an den Zuſammenſtoßpunkten übergehen können, ohne daß durch die nach der Verſenkung eingenommene Richtung die Röhrenverbindungen aufgehoben werden. Sind die Röhren mit der Unterlage verbunden, ſo werden beide gemeinſchaftlich verſenkt.

Um den Zweck, daß durch dieſe Verſenkung und Abbiegung der Leitung die Röhrenverbindung nicht aufgehoben werde, zu erreichen, hat jede Röhre an einem Ende a einen Anguß als Muffe von der Form einer inneren Kugeloberfläche, und am anderen Ende b einen Anguß von der Form eines Theiles einer äußern, welche zu der im Vorhergehenden genannten inneren Kugeloberfläche paßt.

Die innere Kugeloberfläche vom Anguß bei a geht an der äußern Seite in einen erweiterten Zylinder über, zwiſchen deſſen innerer Fläche und der äußern Oberfläche vom Anguß bei b ein Stopfmittel c eingelegt, und durch einen Ring d feſtgehalten wird. Es kann ſich alſo das Röhrenende b in der Ausdehnung der Kugeloberfläche von a um einen Winkel bewegen, ohne daß eine Trennung der Röhrenverbindungen geſchieht, ſohin kann auch die ganze zu verſenkende Leitung eine näherungsweiſe vorher beſtimmte Form annehmen, ohne daß ihre Verbindung unterbrochen wurde.

Die Figuren 24 und 25 zeigen die Form von gußeiſernen Waſſerleitungsröhren.

In Figur 26 iſt die Art der Vertheilung des Waſſers in die nach verſchiedenen Richtungen gehenden Gaſſen, und von da in die Häuſer angedeutet.

Die Figuren 27 bis 35 verſinnlichen das Prinzip, nach welchem einige in London beſtehende Pumpwerke für Waſſerleitungen angeordnet ſind.

Es bezeichnet überall a den Dampfzylinder, b den mit dem Kolben des Dampfzylinders, ſo wie mit dem Kolben des Pumpenwerks verbundenen Balanzier,

c die Kolbenſtange des Pumpwerkes,
d die Pumpen,
e die Saugröhre,
f die Steigröhre,
g die Windkeſſel,
h die Ventile der Saugröhre,
i die Ventile der Steigröhre.

Es iſt hiebei durchaus unmittelbar am Balanzier, an welchem die Kolbenſtange der Dampfzylinder wirket, auch die Kolbenſtange der Waſſerpumpe angebracht.

Bei den Werken, Fig. 27 und 28, welche einfach wirkend ſind, iſt kein Schwungrad angebracht. Das Pumpwerk Figur 29, wozu Figur 34 und 35 gehört, iſt doppelt wirkend, und mit einem Schwungrade verſehen.

Bei Figur 27 ſieht man mit dem Balanzier zwei Pumpen in Verbindung, wovon jedoch nur immer eine in Bewegung geſetzt, und die andere in Reſerve behalten wird.

Beim Pumpwerke Figur 29 haben ſowohl die Saug-

Digitized by Google

röhren, als auch die Steigröhren bis zum Windkeſſel ein Viereck zum Querſchnitt.

Es ſcheint, daß dieſe Anordnung zur leichteren Anbringung geräumiger Ventile geſchehen ſein mag.

In Figur 36 und 37 iſt die Form der Waſſerleitungsröhren bezeichnet, welche bei der Verwendung in einander geſchoben werden.

In Figur 38 ſieht man die Verbindung zweier ſolcher Röhren, mit Anwendung von Bleivergießung.

In den Figuren 39 iſt die Verbindung zweier Röhren mit angegoſſenen Schraubenplatten zu erſehen.

Beim Zuſammenſtoß zweier ſolcher Röhrenſtücke wird ein Filzkranz beiläufig von der Breite, die der Gußſtärke der Röhren gleich kommt, mit dem innern Lichte der Röhren bündig inzwiſchen gelegt.

Nachdem ſodann die zur Verbindung dienenden Schrauben etwas angezogen worden ſind, um den Filzkranz feſt zu halten, wird das Blei über letzteren ſo aufgegoſſen, daß es den ganzen Raum, den die Schraubenplatten zwiſchen ſich laſſen, vollſtändig ausfüllt, ſodann werden die Schrauben nochmals angezogen.

Wird an einer Röhre ein Gebrechen wahrgenommen, ſo wird dieſes in vielen Fällen durch Anwendung einer in Fig. 40 dargeſtellten Hülſe unſchädlich gemacht. Indem man nämlich den ſchadhaften Theil der Röhre mit einem Stopfmittel umgibt, wird daſſelbe durch eine aus zwei Stücken beſtehende, zum Zuſammenſchrauben vorgerichtete Hülſe feſt über den Röhrenumfang angezogen.

Die Figuren 41 und 42 zeigen ein Schubventil, welches nach dem auf dieſem Blatte bereits in der erſten Figur dargeſtellten Prinzipe jedoch ohne Anwendung der meſſingenen Schlußplatten, dann ohne Anwendung eines Stopfmittels bei dem Gehäuſe der Deckplatten, konſtruirt iſt.

Es kann durch dieſe Vorrichtung wohl offenbar der Zweck nicht ſo vollſtändig erreicht werden, wie durch die bereits beſchriebenen Anordnungen.

Auf Blatt X ſind die Anordnungen zweier Pumpenwerke für eine Waſſerhebmaſchine, zu deren Betrieb zwei Dampfmaſchinen angewendet werden, dargeſtellt.

Die Anwendung zweier Pumpen und zweier Dampfmaſchinen iſt dadurch bedingt, daß, damit nämlich der Betrieb der Waſſerleitungsanſtalt nie unterbrochen werde, immer nur eine Dampfmaſchine und ein Pumpwerk in Thätigkeit ſein, und erſt bei allenfalls daran eintretenden Gebrechen die zweite Dampfmaſchine und das zweite Pumpwerk in Bewegung kommen ſoll.

Es iſt durch A in Fig. 4 und 5 der Brunnenraum, in welchen das zu hebende Waſſer zufließt, bezeichnet. Ueber dem Waſſerſpiegel dieſes Brunnenraumes ſind in die Längenwände Rahmen a, Fig. 4 bis 8, zwiſchen Quaderſteinmauerwerk eingelaſſen, welche den Zweck haben, die überquer des Brunnens zur Unterſtützung der Pumpwerke gelegten Tragbalken b zwiſchen ſich aufzunehmen. Jeder der Rahmen, Fig. 7, iſt daher durch vertikale Scheidewände in acht Abtheilungen getheilt, wo in jedes der 6 mittleren Felder die Enden oder Auflagen zweier Träger b eingelegt, und mittelſt der Füllrahmen c und der Keile d unverrückbar befeſtiget werden. Die Keile d haben vorzüglich den Zweck, durch ſie die Träger b in horizontaler Richtung genau in die Lage zu bringen, und in dieſer feſtzuhalten, welche die Angüſſe e der Saugröhren f, der Pumpen g und der Steigröhrenunterſtützung h fordern, um beide Theile durch die Schrauben i mit einander verbinden zu können.

Die Keile d' ſind beſtimmt, die Träger b auch in vertikaler Richtung unverrückbar feſtzuhalten.

In Figur 8 iſt der Durchſchnitt eines Pumpwerkes ſammt deſſen Befeſtigung zu erſehen. Das Saugrohr f und die Pumpe g haben eine vertikale Stellung, und kommuniziren an ihren oberen Enden mittelſt einer durch Angüſſe gebildeten horizontalen Röhre, welche zugleich wieder in ein vertikal aufwärts ſtehendes Stück der Steigröhre k übergehet, und an deren Seitenwand die Fortſetzung l in horizontaler, auf den Windkeſſel m zu gekrümmter Richtung einmündet.

Die Steigröhre iſt beim Uebergange von der erſten horizontalen Richtung in die vertikale durch einen nach dem Profile einer gekrümmten Röhre gebildeten Boden n abgeſchloſſen. Dieſer Boden erhält ſeine Befeſtigung durch einen angegoſſenen Lappen, welcher zwiſchen die Lappen des Zuſammenſtoſſes der Steigröhre k und deren Unterſtützungsſtück h eingelegt, und gemeinſchaftlich mit letzteren durch Schrauben verbunden iſt.

In der Höhe der Verbindungsröhre zwiſchen Saugrohr, Pumpen und Steigrohr iſt noch die Befeſtigung o zur Verhinderung der Schwankungen angebracht.

Sie beſteht aus Käſtchen, welche den Raum zwiſchen den zwei Saugröhren f, dann zwiſchen den Steigröhren k und den Brunnenwänden locker ausfüllen,

zwiſchen dieſe, die Röhren und die Brunnenwände werden Keile eingetrieben, um dem Ganzen die gehörige Lage und eine Spannung zu geben.

Von dem Uebergange der vertikalen Saugröhre in die horizontale Verbindungsröhre, dann von der Mündung der in horizontaler gebogener Richtung in den Windkeſſel übergehenden Steigröhre ſind Doppelklappenventile p, p′ angebracht.

Da die Liederung dieſer Ventile ſowohl als des Kolbens der Waſſerpumpe oftmals erneuert werden muß, ſo ſind dieſelben ſo eingerichtet, daß ſie ausgelöſet werden können. Zur bequemen Herausnahme dieſer Beſtandtheile iſt überall unmittelbar über denſelben in den Röhren eine Oeffnung angebracht, die durch die Deckplatten q und q′ verſchloſſen werden können. Um die Ventile während dem Gebrauche des Pumpenwerkes unverrückbar zu erhalten, greift durch die Mitte der Deckplatten q eine Schraubenſpindel r bis auf das obere Ventil. Nachdem nämlich die Ventile eingeſetzt ſind, der Deckel q befeſtigt, und ſodann die Schraubenſpindel r feſt angezogen, ſo wie dieſelbe in der Verſenkung der Deckplatte mit einem Stopfmittel umgeben worden iſt, wird die Stopfmittel-Befeſtigungsplatte s angeſchraubt; in Figur 1, 2 und 3 iſt ein Doppelventil dargeſtellt.

Jedes einzelne Ventil eines ſolchen Doppelventiles beſteht aus einem Reiſe u, der durch zwei Scheidewände v und w in vier gleiche Abtheilungen getheilt wird.

Die Scheidewand v hat in vertikaler Richtung eine bogenförmige Verſtärkung. Ueber die durch die Scheidewände gebildeten Abtheilungen ſind als Klappenventile Scheiben aus doppeltem Leder aufgelegt, die zwiſchen den Eiſenplatten x und y durch Nieten feſt mit einander verbunden ſind.

Die Eiſenplatten x reichen immer über zwei durch die Scheidewand w getrennte Abtheilungen, die y ſind jede etwas kleiner als jede der Abtheilungen.

In der Richtung der Scheidewand v iſt über die Mitte der Lederſcheiben ein Sattel z, welcher beiderſeits mit zwei gegen die Scheiben geneigten Armen a′ verſehen iſt, aufgelegt, und mittelſt durch die Scheidewand v und den Sattel z gehender, unten mit Köpfen verſehener Kegel b′ und durch die Keile c′ befeſtiget. Die Arme a haben nur den Zweck, beim Durchſtrömen des Waſſers durch die Ventile das Umſchlagen derſelben zu verhindern. Um die beiden einzelnen Ventile eines Doppelventiles mit einander zu verbinden, ſind zwiſchen die Ringe u der Ventile p und p′ die Ständer d″ aufgeſtellt, erſtere haben die Bolzenöffnungen e′ und letztere in dieſe paſſende Bolzen, um dadurch die horizontale Verrenkung zu verhindern. Die Ständer haben ferner Nuthen f′ und die Ringe mit dieſen Nuthen korreſpondirende Löcher.

Durch die Löcher und Nuthen werden die unten mit Köpfen verſehenen Riegel g′ eingeſchoben, und das Ganze durch die Keile h′ feſt zuſammen gezogen. Um dieſes ſo gebildete Doppelventil waſſerdicht in die Saugröhre einzuſetzen, hat die untere Fläche des unteren Ventilringes eine Verſenkung i′, in welche bei Verſetzung ein Stopfmittel eingelegt, und durch die Schraube r wirkſam gemacht wird.

Ferner hat die äußere Fläche des oberen Ringes ebenfalls eine Verſenkung k′, in welche ebenfalls ein Stopfmittel geſchlagen wird.

Die Löcher bei e″ dienen zur Befeſtigung des Anfanges und des Endes der als Stopfmittel umgeſchlagenen Hanffäden.

Als Anſatz für die Schraubenſpindel r iſt in der Mitte des Sattels vom oberen Ventile ein Aufſatz m′ angegoſſen, der zugleich durchlocht iſt, um denſelben auch zur Befeſtigung einer Kette beim Aufheben des Ventiles verwenden zu können.

In Fig. 4, 5, 6 und 8 ſieht man bei n′ Schubventile angebracht, die dazu nothwendig ſind, um die Steigröhre derjenigen Pumpe, welche eben in Ruhe ſteht, wenn die andere betrieben wird, abzuſperren, und dadurch das gehobene Waſſer nur dem Windkeſſel und von da der Fortſetzung der Steigröhre l zuzuführen.

Digitized by Google

ÖSTERREICHISCHE
NATIONALBIBLIOTHEK
ÖNB
+Z15161570X
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google